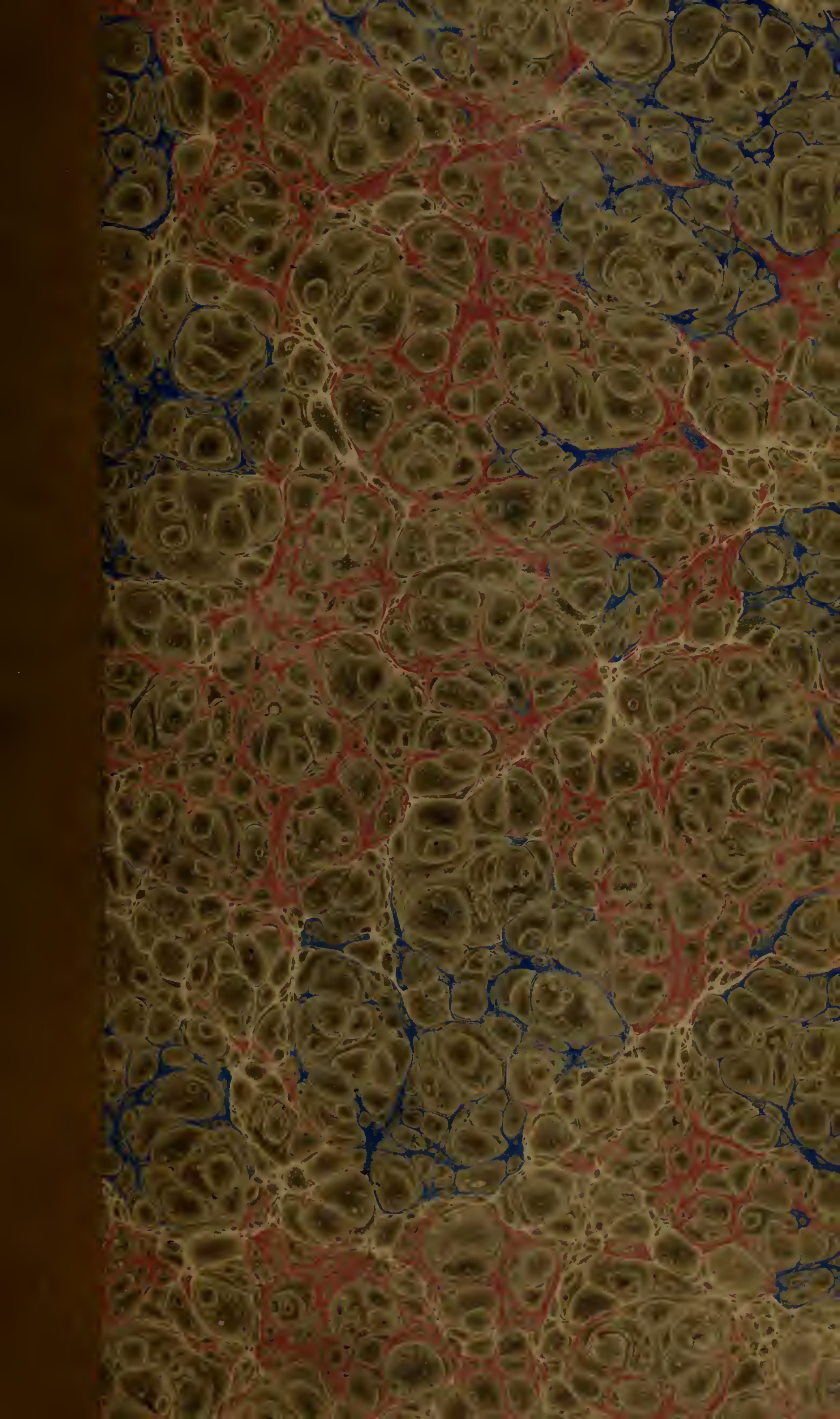


ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME QUINZIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1886

ÉTUDE SUR LA TEMPÉRATURE DES EAUX

ET SUR LES

VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE DU GLOBE

PAR

M. Al. WOEIKOFF
de Saint-Pétersbourg.

Les eaux occupant une grande partie de la surface terrestre, leur action sur les climats du globe a depuis longtemps attiré l'attention des savants. L'influence d'une des propriétés physiques de l'eau, sa grande capacité calorique, a été depuis longtemps reconnue, et l'on a compris le rôle des eaux comme les grandes modératrices des climats. Par contre, on n'a pas assez considéré le rôle d'une autre propriété très importante, commune à tous les liquides, la mobilité des particules de l'eau et leur tendance à se disposer suivant la gravité. De là de grandes différences dans la distribution de la chaleur à la surface et à l'intérieur dans les couches solides des continents d'une part, et dans la masse des eaux d'autre part.

On sait que l'eau pure a son maximum de densité au-dessus du point de congélation, à 4° C. environ; cette propriété a cependant moins d'importance qu'il ne le paraîtrait au premier abord pour le globe terrestre en géné-

ral, la masse principale de ses eaux étant des solutions salines, qui ont leur maximum de densité à une température plus basse que le point de congélation.

Les particules de l'eau pure et des solutions salines ayant la tendance à se disposer suivant la gravité, il faut distinguer les bassins dont la température est toujours supérieure à celle de la densité maximale, et ceux où le contraire a lieu pendant toute l'année ou pendant certains mois.

Je désigne les premiers en en faisant mon type A. Ce sont tous les océans, toutes les mers et tous les lacs salés (à très peu d'exception près pour ces deux catégories) et les lacs d'eau douce des tropiques et de la partie plus chaude des pays tempérés.

Les seconds, ceux de mon type B, comprennent un petit nombre de mers ou de lacs salés et les lacs d'eau douce des pays plus froids.

Cherchons d'abord comment se distribue la chaleur dans la croûte solide du globe et dans les eaux des deux types.

Dans la croûte solide, il n'y a pas de déplacement de particules, et, la diathermancie étant très faible, c'est la surface qui seule reçoit et émet de la chaleur; c'est la partie active par excellence. La distribution de la chaleur vers l'intérieur se fait presque exclusivement par conduction, phénomène assez lent, surtout quand la croûte solide ne contient pas beaucoup d'eau. De là des variations considérables et assez brusques de la température de la surface. Mais cette lenteur de transmission de la chaleur, de la surface à l'intérieur de la croûte solide du globe, modère cependant la quantité de chaleur absorbée et irra-

diée par la surface. Quand la surface reçoit beaucoup de chaleur du soleil, sa température s'élève rapidement et la radiation vers l'espace céleste devient plus rapide. Quand, au contraire, la température est très réduite par radiation, cette dernière devient moins rapide. J'affirme donc que la croûte solide du globe aurait absorbé plus de chaleur solaire si la conduction de la surface à l'intérieur était plus rapide, et dans les mêmes conditions la quantité de chaleur perdue par radiation en hiver, surtout dans les hautes latitudes, aurait été de même plus considérable.

La surface de neige dont la terre est couverte pendant plusieurs mois dans les hautes latitudes est aussi un facteur important dans la distribution de la chaleur. Sa surface est un bon radiateur; elle acquiert une température plus basse qu'une surface composée d'une autre substance, mais la neige étant un très mauvais conducteur de la chaleur, elle protège le sol contre le froid.

Considérons maintenant les eaux sous le même rapport. L'eau étant beaucoup plus diathermane que la croûte solide, la chaleur solaire pénètre directement à une certaine profondeur, que M. Forel estime à environ 100 mètres.

Comme la température de la surface s'élève moins rapidement, il est clair que, toutes choses égales d'ailleurs, l'eau emmagasine beaucoup plus de chaleur que la croûte solide, mais aussi les eaux du type A (c'est-à-dire qui ont une température qui n'est jamais inférieure à celle de la densité maximale), en perdent plus. Cette perte de chaleur est facilitée par la grande capacité calorique et la mobilité des particules. La première de ces propriétés permet une grande perte de chaleur, accompa-

gnée d'une diminution insignifiante de la température, c'est-à-dire dans des conditions où la radiation aussi ne diminue que peu.

La seconde cause est beaucoup plus importante. A mesure que la surface perd de la chaleur, la tranche supérieure d'eau descend et est remplacée par celle qui est au-dessous d'elle. Donc la radiation de la surface de l'eau et toute autre cause qui diminue sa température (vents froids, contact de la glace), ont une action considérable sur la température de toute la colonne d'eau ; car la diminution de la température se propage de haut en bas par des courants de convection. Toute cause au contraire qui augmente la température des couches supérieures ne se propage pas ainsi; car plus les couches supérieures sont chaudes, plus l'équilibre est stable.

Ainsi, dans les eaux appartenant au type A, océans, mers, lacs salés et lacs d'eau douce, ayant toujours une température de 4° ou au-dessus, les conditions sont favorables à une température constamment assez haute de la surface, et à une température basse du fond ainsi que de la masse des eaux.

Si nous désignons par t la température moyenne annuelle de l'air au-dessus d'un bassin pareil, par ts celle de la surface de l'eau, par ta la température d'une colonne d'eau de la surface au fond, et par tf celle du fond de l'eau, ces valeurs auront les relations suivantes :

$$t < ts ; \quad t > ta ; \quad ts > ta ; \quad ta > tf$$

et la différence de ts et de ta sera plus grande que celle de ta et de tf.

Il vaut mieux commencer par un cas simple et pren-

dre pour exemple un bassin lacustre, le lac Léman, appartenant au type A. Il est de plus assez profond et très bien étudié, grâce surtout à M. Forel.

Pour ts seulement je prends les observations sur la température du Rhône, à Genève = 11°,3 C., et pour t la température moyenne de cette ville = 9°,3 C.; nous avons donc $ts=t+2°$. Les observations de M. Forel nous donnent pour ta 5°,9, et pour tf, pendant la plus grande partie de l'année 1879, 5°,2. Donc $ts=ta+5,4$: $ta=tf+0,7$; et $t=ta+3,4$.

Donc la température à la surface est de 2° supérieure à la température moyenne annuelle de l'air, mais cette dernière est de 3°,4 plus grande que la température moyenne de toute l'eau du lac.

Ainsi, grâce aux courants de convection qui amènent l'eau refroidie de haut en bas, *la masse des eaux du Léman est beaucoup plus froide que l'air dans la moyenne annuelle, et cela malgré que la température à la surface, au-dessus des grandes profondeurs, ne descende jamais au-dessous de 5°*. Il y a, pour ainsi dire, emmagasinage d'eau froide non seulement au fond, mais dans les deux tiers au moins de l'épaisseur du lac. Ces profondeurs reçoivent directement les eaux froides de la surface en hiver, mais non les eaux chaudes en été, et elles ne gagnent de la chaleur que par conduction.

M. Forel a constaté, pendant l'hiver excessivement froid de 1879-1880, que la température à la surface s'abaissa à 5°, et il croit que la même température s'étendait jusqu'au fond, tandis qu'en 1879 elle était de 5°,2; donc pendant cet hiver froid la température de tout le lac avait baissé de 0°,2. Une question fort importante serait donc celle-ci : le lac a-t-il depuis lors regagné

la température qu'il avait au commencement de 1879 dans ses couches profondes ou non? Nous savons en tout cas qu'un hiver exceptionnellement froid peut abaisser pour longtemps la température de toute la masse d'un lac aussi profond que le Léman. Un hiver exceptionnellement chaud n'aurait probablement pas une influence comparable; les courants de convection atteignant le fond de l'eau seraient peu considérables, nuls même probablement, et la température des couches profondes n'en serait pas modifiée. Il serait fort intéressant de faire de nouvelles observations sur la température des couches profondes du Léman pour élucider cette question [1].

[1] M. F.-A. Forel, auquel j'ai communiqué le présent mémoire, m'adresse à ce sujet la note suivante : « Les sondages thermométriques, que j'ai continués dans le Léman de 1879 à 1885, m'ont donné les résultats que voici :

« Dans l'été de 1879 le fond du lac avait une chaleur de 5°2 c.

« Le *grand hiver* de 1879-1880 a refroidi les eaux jusqu'au fond du lac, et a abaissé la température des couches inférieures de plus d'un demi-degré.

« Depuis lors la chaleur des couches profondes s'est relevée progressivement de 2 à 3 dixièmes par an.

« C'est ce que prouvent les mesures suivantes :

23 octobre 1879	5°2
5 avril 1880	4°5
20 juillet	4°6
30 novembre	4°7
5 novembre 1881	4°8
26 février 1883	5°0
15 mars 1884	5°4
18 avril 1885	5°6

« Cette période de réchauffement durera jusqu'à ce qu'un hiver rigoureux amène un refroidissement des couches profondes, ou bien jusqu'à ce que la température de ces couches profondes se soit assez relevée pour égaler le degré de chaleur auquel descend la surface dans nos hivers ordinaires, 6° environ. Dans ce dernier cas, presque chaque année, l'uniformisation de la température par les courants

Il serait extrêmement intéressant d'avoir des observations sur les températures des grands lacs des tropiques, surtout l'Ukerewe (Victoria Nyanza), et le Tanganyika, en Afrique, et le Nicaragua en Amérique; quelle pourrait être la température des couches profondes? Je crois qu'elle doit être non seulement beaucoup plus élevée que celle des couches profondes du Léman, mais aussi moins différente de la température de la surface; car dans les tropiques la température de la surface ne diffère que peu d'une saison à l'autre. Je crois que, dans les tropiques aussi, la température de la surface doit être plus haute que celle de l'air environnant, au moins dans la période annuelle. Plusieurs années d'observations de la température de la surface du lac de Lugano me confirment dans cette opinion. Elle est de 3°,2 au-dessus de la température de l'air dans la période annuelle donc l'excès est bien plus grand que pour le Léman. Le climat de Lugano est non seulement beaucoup plus chaud que celui de Genève, mais la nébulosité y est aussi beaucoup plus faible, l'air est plus clair, l'insolation plus forte. Probablement que l'excès de température de la surface des lacs sur celle de l'air existe aussi dans les tropiques.

La Méditerranée a une communication si peu profonde avec l'Atlantique que la température de ses eaux profondes dépend essentiellement de la circulation locale, et cette mer peut être considérée comme un grand lac.

Dans la partie occidentale sous 37°,41′ N. et 6°,27′

de convection verticaux se fera sentir jusqu'au fond du lac, et le réchauffement progressif des couches inférieures arrivera à sa limite. Quand je serai plus avancé dans ces études, j'essaierai d'expliquer le mécanisme assez compliqué du réchauffement des couches profondes du lac. » F.-A. F.

W. la température a été observée par M. Carpenter, $tf = 12°,8$, $ta = 13°,1$. La température annuelle de l'air, d'après les observations des stations voisines est de 17°,0 à peu près. Donc, comme pour le Léman, la température moyenne de toute la tranche d'eau est de beaucoup inférieure à la température moyenne de l'air ($t = ta + 3°,9$).

Dans le bassin oriental de la Méditerranée les observations du capit. Nares donnent pour 32°,17′ N. 26°,44′ E. $ta = 14°,1$ et $tf = 13°,7$. La température moyenne de l'air doit être près de 20°,5, d'après les observations d'Alexandrie et de Larnaka; ainsi $t = ta + 6°4$. Donc dans les mers méditerranées ne recevant pas d'eaux froides des mers circumpolaires, et dans les lacs appartenant au type A la masse de l'eau est beaucoup plus froide que l'air, tandis que la surface de l'eau est plus chaude [1].

Il y a donc dans les eaux profondes de ce type, emmagasinage d'eaux froides, mais à une profondeur qui leur ôte à peu près toute influence sur la flore et la faune des couches supérieures de l'eau ainsi que de la terre ferme. La surface, au contraire, est chaude relativement, et, comme le montre l'exemple du Léman, sa température reste de beaucoup supérieure à la température moyenne de l'air dans la période annuelle et surtout en hiver. Les courants de

[1] La mer Noire se trouve dans des conditions opposées aux océans des basses latitudes ; elle reçoit les eaux relativement chaudes de la Méditerranée par des courants marins inférieurs; la température de ses couches profondes est donc supérieure à celles qu'elles auraient sans cette cause. Cela a été constaté par les observations du capt. Makarow, de la marine impériale russe. Malheureusement je ne puis pas donner ici des chiffres, car la communication qu'il a faite à la Société géographique de Russie n'est pas encore publiée.

convection ont la plus grande part à ce résultat, et l'influence bienfaisante que ces eaux exercent sur la végétation leur est en grande partie due.

Les eaux appartenant au type B, c'est-à-dire celles qui ont, pendant une partie de l'année, une température inférieure à 4° se comportent autrement. Là où cela dure plus d'une demi-année nous devons avoir *tf* > *ta* et *ta* > *ts*, c'est-à-dire il y a une réserve de chaleur dans les couches profondes, mais elle a peu d'influence sur la température des couches supérieures, les plus importantes pour la végétation. La formation de la glace est facilitée par la moindre densité des couches dont la température est au-dessous de 4°, et pendant les mois de printemps et d'été ces lacs sont une source de froid pour l'air environnant. Exemples : le lac Supérieur et ceux qui sont au nord de celui-ci au Canada, les lacs Ladoga et Onéga au N.-W. de la Russie d'Europe, le lac Baïkal en Sibérie, etc. Ces lacs sont beaucoup moins connus que le Léman et d'autres lacs alpins, mais il est probable que, dans la plupart d'entre eux, la température du fond et des deux tiers au plus de l'eau, est de 4° à peu près, et que celle de la surface est plus basse en hiver, plus haute en été.

Quant aux océans la distribution générale est celle du type A ; seulement, tous les océans communiquant entre eux, non seulement le fond, mais la masse des eaux, sont beaucoup plus froids que les bassins lacustres ou la mer Méditerranée. Des températures très basses à partir de 1000 ou 1500 mètres environ ont été trouvées partout où des bancs sous-marins n'interrompent pas la communication avec les mers polaires dans les couches profondes.

Ces immenses étendues d'eaux froides sont une des révélations les plus intéressantes de l'océanographie moderne. J'ai calculé la température moyenne de toute la tranche d'eau pour un grand nombre de « stations » des océans Atlantique et Pacifique ; la moyenne pour les latitudes entre 20° N. et 20° S., en ayant égard aux dimensions des océans, est de 3°,98 ou 4° en chiffre rond. Ici encore, cette basse température n'a aucune influence appréciable sur la température des couches supérieures et celle de l'air ; la vie organique qui habite les petites profondeurs et la terre ferme n'en est donc pas affectée.

Nous avons encore bien peu d'observations sur la température des couches profondes des océans, mais celles que nous possédons s'accordent si bien, au moins pour les océans tropicaux ayant une profondeur de plus de 3000 mètres, que probablement la moyenne de 4° ne sera pas beaucoup modifiée par des observations plus nombreuses.

Je donne ici les relations moyennes et les limites des écarts.

$$ts = ta + 22°,5 \pm 1°,3$$
$$ta = tf + 2°,9 \pm 0°,9$$

(L'écart moyen est $\pm$ 0°,34.)

Les eaux si froides qui remplissent la masse des océans tropicaux, n'ont pu provenir de la surface ; ce sont donc des eaux apportées par des courants des mers polaires. Mais quelle est la cause de ces courants ? Il est maintenant bien avéré que la cause principale des courants est le vent. Certains des adhérents de cette théorie en arrivent à nier la possibilité de courants dus à une densité différente, dans les conditions actuelles au moins, la dif-

férence de température étant trop petite pour cela, d'après l'opinion de M. Croll, par exemple. Il se fonde sur les expériences de M. Dubuat, qui trouva qu'avec une pente de $^1/_{1000000}$ l'eau ne coulait plus, pour affirmer que la viscosité ne permettrait pas un mouvement quelconque des eaux dû aux faibles différences de densité existant dans les océans. Je crois cependant que des expériences de laboratoire peuvent conduire à des erreurs dans des questions de cette espèce, si nous ne prenons en considération l'influence du temps.

La différence de densité entre les eaux polaires et les eaux équatoriales a existé pendant un temps tellement long qu'elle a dû produire des courants et vaincre les résistances qui s'y opposaient (friction, viscosité). Mais il est certain que ces courants sont excessivement lents, et si nous pouvions descendre dans les profondeurs de l'océan, nous ne saurions probablement pas les observer directement. Leur vitesse est bien plutôt analogue à celle des glaciers qu'à celle des courants des couches superficielles des océans.

Plusieurs raisons nous conduisent à supposer que les eaux froides qui remplissent la plus grande partie des océans tropicaux proviennent des mers des hautes latitudes de l'hémisphère sud. Les mers tropicales ont des communications larges et profondes avec ces dernières, tandis que les mers polaires de l'hémisphère nord ne sont bien ouvertes vers les latitudes moyennes que dans l'océan Atlantique, et là encore moins que les mers des hautes latitudes australes, tandis que l'océan Indien est borné au nord par des terres, et le Pacifique ne communique avec l'océan Arctique que par le détroit de Behring, étroit et peu profond.

L'Atlantique nous est mieux connu que les autres océans, et ici nous voyons que la température à la profondeur de 1000 mètres environ augmente d'une manière assez continue du 40° S. au 40° N.[1] étant de 3° à peu près sous la première de ces latitudes et de 8° environ dans la seconde ; donc dans cet océan même la plus grande partie de l'eau froide vient du sud et non du nord. Je crois que les conditions géographiques des mers des hautes latitudes dans les deux hémisphères expliquent ce résultat.

Celles de l'hémisphère nord sont généralement moins profondes, plus entourées de terres. Ce fait, et la grande quantité d'eau douce de rivière qu'elles reçoivent, expliquent pourquoi il se forme plus de glace à leur surface et pourquoi cette glace est plus permanente ; car moins une mer est étendue et profonde, moins les vents et les courants peuvent rompre la glace et la déplacer. Beaucoup des mers des hautes latitudes de l'hémisphère nord ayant des glaces assez permanentes pendant une grande partie de l'année, ces glaces se couvrent encore de neige, c'est-à-dire d'un mauvais conducteur de chaleur qui protège l'eau contre le refroidissement. Vers la fin de l'été la fonte de ces neiges et glaces donne une grande quantité d'eau moins salée à la surface, et ceci facilite à son tour la formation de la glace quand les gelées recommencent.

Les mers des hautes lalitudes de l'hémisphère sud se trouvent dans d'autres conditions ; elles sont plus profondes, plus étendues, partout soumises à des vents et à des courants plus forts. L'absence presque complète de terres

[1] Voyez la carte des températures à cette profondeur dans *Atlas des Atlantischen Oceans*. Hambourg, 1884.

du 50° au 70° S., par suite de cela le peu d'eau douce que reçoivent ces mers par les rivières, l'absence de vents froids venant des continents, expliquent pourquoi il se forme relativement peu de glace à la surface de ces mers ; on sait que les glaces des latitudes boréales sont principalement composées de *champs de glace* (*ice-fields*), c'est-à-dire de glace formée à la surface des eaux, et les glaces des latitudes australes de *montagnes de glace* (*ice-bergs*), c'est-à-dire de fragments de glaciers descendant jusqu'à la mer. La glace formée à la surface des mers australes ne peut, de plus, former des étendues aussi stables que la glace des latitudes boréales ; elle est constamment rompue par les vents et par les courants.

Ainsi, dans ces latitudes, nous avons, même en hiver, de grandes étendues d'eau qui ne sont pas protégées contre la radiation par des glaces et des neiges. De là une grande perte de chaleur, au moins en hiver ; de là des courants de convection qui amènent les eaux froides dans les couches profondes, puis des courants horizontaux excessivements lents conduisent ces eaux vers l'équateur et même au delà ; car les eaux froides remplissant les profondeurs de l'Atlantique entre 0° et 35° N. proviennent probablement des hautes latitudes de l'hémisphère sud.

Il y a ainsi, dans l'hémisphère sud, de grandes étendues de mers plus ou moins libres de glace, mais dont la température est basse dans toute la colonne d'eau, de haut en bas, c'est-à-dire voisine de 0°, un peu plus haut ou un peu plus bas (l'expédition de sir James Ross a trouvé la température de la surface généralement au-dessous de 0° depuis 60° S. et au-dessous de — 1° depuis 65° S. et cela au cœur de l'été). Ceci donne des conditions excessivement favorables pour la for-

mation de la neige; car l'évaporation se produit à des températures assez basses pour donner plus souvent de la neige que de la pluie, assez hautes cependant pour être encore considérable, surtout avec les vents forts de ces océans. De là la formation de névés et de glaciers, immenses espaces couverts de glace ; les parties terminales des glaciers contribuent à leur tour au refroidissement des océans. Il en est autrement dans l'hémisphère nord, dont les océans sont réchauffés par des courants marins venus des tropiques et où l'évaporation se produit à des températures plus hautes, plus favorables à la condensation sous forme de pluie. Les mers froides de cet hémisphère sont couvertes d'une couche continue de glace pendant plusieurs mois, et la surface de neige qui revêt cette glace se refroidit tellement que l'évaporation devient presque nulle.

Il résulte de tout ceci que l'existence de mers non couvertes de glaces dans les hautes latitudes est favorable à une grande perte de chaleur par le globe, perte qui se fixe pour ainsi dire dans les couches profondes, où la température n'est plus influencée directement par les rayons solaires. Cette perte de chaleur a dû exister pendant des temps excessivement longs pour produire les immenses quantités d'eaux froides qui occupent la plus grande partie de tous les océans, même sous les tropiques. Il est hors de doute que, au moins depuis que la vie organique existe sur le globe, celui-ci a dû perdre de la chaleur principalement par les océans, ce qui s'explique par les propriétés physiques des solutions salines qui les composent.

Vu les conditions géographiques du globe, conditions qui ont existé dans leurs parties essentielles depuis très

longtemps, c'est par les océans de l'hémisphère sud que le globe a surtout perdu de la chaleur ; les mers de l'hémisphère nord ont joué un rôle beaucoup moins important dans ce phénomène, et les continents encore moins. Pour les couches supérieures de ces derniers il est fort probable que l'équilibre est depuis longtemps établi et que même la déperdition de la chaleur centrale est très minime. Il en est autrement pour les mers, et je crois que le globe perd encore de la chaleur par elles. Cette perte de chaleur peut se manifester de trois manières surtout : 1) par une température plus basse au fond des océans, 2) par une plus grande épaisseur des couches froides, 3) par une température plus basse des couches supérieures.

Je crois que ce sont les deux premiers de ces facteurs qui sont de beaucoup les plus importants ; je crois que le globe perd et perdra encore une quantité de chaleur que nous aurions bien de la peine à évaluer en calories, avant que la température des couches supérieures dans les tropiques et les latitudes moyennes en soit considérablement affectée. Il n'est donc pas probable que la flore et la faune du globe en soient atteintes de longtemps encore.

Les savants, qui se sont occupés de la question de savoir si le refroidissement du globe continuait encore, sont généralement arrivés à un résultat négatif (ou plutôt ils n'admettent qu'une déperdition très minime de la chaleur centrale), et cela parce qu'ils ont considéré surtout l'air et la croûte solide du globe. Dans ces limites, ils ont raisonné juste. Mais ils ont négligé le point le plus important, le refroidissement des eaux, qui se localise dans leurs couches profondes. Il est aussi un fait intéressant à constater : le refroidissement qui continue, selon mon

opinion, se fait de telle manière qu'il ne conduit presque pas à une contraction du globe, et cela par la raison que, les eaux en sont à peu près seules affectées, et elles se contractent beaucoup moins par le froid que les couches solides du globe. Aussi les arguments astronomiques contre une perte de chaleur par le globe, basés sur la permanence de la longueur du jour n'ont que peu de valeur dans l'hypothèse du refroidissement des océans seulement ; car depuis combien de temps avons-nous des déterminations tout à fait exactes de cet élément, et celles-ci sont-elles suffisantes pour reconnaître une contraction aussi minime ?

Il est fort important de déterminer la relation qui existe entre les courants supérieurs des océans, courants relativement rapides, prenant naissance sous l'impulsion des vents, et souvent détournés de leur direction par les continents et les îles, et le mouvement excessivement lent des couches profondes, des latitudes polaires vers les latitudes équatoriales. On a plusieurs fois émis l'opinion que, l'eau froide des couches profondes venant des hautes latitudes australes principalement, ces dernières devaient recevoir une masse beaucoup plus considérable d'eaux chaudes, dans les couches supérieures, que les hautes latitudes boréales, car autrement il n'y aurait pas de compensation.

Il me paraît que le mouvement de la masse des eaux froides se fait avec une si excessive lenteur que cet argument perd toute valeur. Si nous estimons la vitesse moyenne des courants marins de surface à 20 kilom. par jour, nous restons certainement bien au-dessous de la vérité, et si nous admettons une vitesse moyenne de 20 mètres par jour pour les eaux froides des couches

profondes, nous ne risquons pas d'admettre une vitesse trop petite; cependant ces vitesses ont entre elles une relation de 1000 : 1.

Si nous n'admettons pas un mouvement excessivement lent des couches profondes, il faudrait s'imaginer que la perte de chaleur par les océans des hautes latitudes australes se fait avec une rapidité qui est physiquement impossible. Cette perte de chaleur ne peut, certes, être rapide, les brouillards et les nuages s'y opposent en créant des conditions qui rendent l'atmosphère très peu diathermane. La froideur des eaux qui remplissent les océans est donc le résultat d'une perte de chaleur par les océans, relativement minime dans la durée d'une année, mais qui se continue pendant des temps excessivement longs. Pourrons-nous jamais juger d'une manière plus directe, par des observations de la température des océans, si ce refroidissement continue ou non? C'est possible, mais la génération présente ne pourra probablement pas ajouter cette conquête à celles qu'elle a faites déjà.

Il faudrait, dès maintenant, rassembler les *matériaux pour calculer la balance thermique de la partie du globe accessible à l'homme*. Vu la grande capacité calorique de l'eau, il s'agirait surtout, pour cela, de déterminer la masse des eaux, leur température approximative, ainsi que la masse des neiges et des glaces. La quantité de chaleur que contiennent les couches solides qui nous sont connues est insignifiante en comparaison de celle de l'eau liquide et solide; celle que contient l'air est plus petite encore.

Pour n'avoir pas affaire, dans un travail pareil, à des chiffres si grands qu'ils seraient à peu près impossibles à manier, il faudrait recourir à des unités plus grandes

que les calories, par exemple à la quantité de chaleur qui pourrait élever la température *d'un myriamètre ou d'un degré de l'équateur cube* de 0° à 1°.

J'ai déjà proposé, dans un article précédent, une unité beaucoup plus grande que celles qui sont employées maintenant pour les mesures de la quantité d'eau dans les rivières.

Je crois pouvoir résumer ce qui précède de la manière suivante :

1° Dans les bassins lacustres dont la température de l'eau est constamment au-dessus de celle de la densité maximale, et dont la température de la surface varie de plus de 5° par an, on trouve généralement la relation suivante : la température de la surface (*ts*) est plus haute que celle de l'air (*t*), cette dernière est au-dessus de la température de la masse de l'eau (*ta*) et cette dernière est plus haute que la température du fond (*tf*) Cela s'exprime ainsi : $ts > ta$; $t > ta$; $ta > tf$. La différence entre *ta* et *tf* est plus petite que celle de *ta* et *ts*. La même relation s'observe dans les mers méditerranées reliées à l'océan par des détroits resserrés et peu profonds (Méditerranée, Mer Rouge).

2° Ces relations de température sont causées par la mobilité des particules de l'eau, qui permet une accumulation de chaleur dans les couches supérieures, mais cause des courants de convection aussitôt que celles-ci se refroidissent.

3° Grâce à la mobilité des particules, une masse d'eau relativement froide s'accumule dans les bassins profonds de cette catégorie, masse qui est à l'abri de la radiation solaire directe, et ne reçoit de chaleur que par conduction.

4° Ces masses d'eau relativement froides sont à peu près sans action sur la flore et la faune des couches superficielles et des côtes, grâce à leur isolement dans les profondeurs. L'eau relativement chaude de la surface a, au contraire, une influence bienfaisante sur la flore et la faune.

5° Les lacs d'eau douce, dont l'eau est constamment à une température égale ou plus basse que celle de la densité maximale (4°), sont dans une situation tout opposée. Pour eux $ts < ta$ et $ta < tf$, c'est-à-dire que l'eau la plus chaude se trouve au fond. La relation entre la température de la surface et celle de l'air est très variable car la formation de la glace permet une température très basse en hiver.

6° Il y a donc dans ces bassins accumulation d'eau relativement chaude dans les couches profondes, d'eau relativement froide à la surface, et des conditions d'équilibre qui amènent des courants de convection dès que la température de la surface s'élève. Comme cette condition est aussi favorable à la formation des glaces, dont la fonte demande beaucoup de chaleur, ces bassins ont une action défavorable sur la faune et la flore des couches superficielles et des rivages, car la température de la saison chaude se trouve abaissée.

7° Dans les océans des latitudes moyennes et équatoriales, la température de la masse des eaux est abaissée par des courants venant des profondeurs des mers polaires, tellement que sous les tropiques la masse des eaux a une température de près de 4°.

8° Les courants sont dus à une différence de densité excessivement minime, et à cause de cela ils doivent être très lents, comparables comme vitesse plutôt aux mouve-

ments des glaciers qu'à celle des courants supérieurs des océans.

9° Le refroidissement des couches profondes de tous les océans du globe est donc le résultat du refroidissement des eaux des mers polaires pendant une période très longue.

10° Grâce à la basse température de la densité maximale de l'eau de mer, à la mobilité des particules d'eau et à la profondeur des océans, c'est par les océans des hautes latitudes que le globe perd principalement de la chaleur, et les masses froides vont se fixer, pour ainsi dire, au fond des océans, à l'abri de la radiation solaire. Cette perte de chaleur a dû se continuer pendant une très longue période.

11° Il est probable qu'elle continue encore maintenant, se manifestant de deux manières *a*) par une augmentation de la masse des eaux froides, *b*) par une température plus basse au fond. Cependant cette dernière différence doit être très minime, grâce à l'immense espace sur lequel se distribuent les eaux froides, et il est peu probable que nous arrivions à la constater avant un grand nombre d'années ou de siècles.

12° Cette masse d'eaux froides est presque sans effet sur la flore et la faune des couches peu profondes et des rivages.

13° Les continents n'ont joué qu'un rôle minime dans le refroidissement du globe et cela grâce à la petite capacité calorique des couches solides du globe et surtout à l'immobilité des particules. Cette dernière empêche le refroidissement de se communiquer directement en bas par des courants de convection, et ce refroidissement ne se communique que par conduction, laquelle est plus lente

dans la croûte solide du globe que dans l'eau. Plus la température de la surface est abaissée, plus la radiation vers l'espace céleste se ralentit, et cela aussi est une cause qui diminue la perte de chaleur par les continents. La couche de neige qui recouvre les continents pendant la saison froide diminue encore les pertes de chaleur par le sol, la neige étant mauvaise conductrice de la chaleur.

14° Il est fort probable que les couches solides superficielles du globe ont acquis une température stable, en moyenne du moins, et qu'il ne se fait qu'une très légère déperdition de la chaleur centrale.

15° La perte de chaleur du globe se faisant par les mers, elle est difficile à constater par l'observation d'une diminution du diamètre du globe et du changement de la longueur des jours qui en résulterait.

16° Vu l'étendue et la profondeur des mers de l'hémisphère sud situées dans les hautes latitudes, ces mers sont beaucoup moins sujettes à se couvrir d'une couche continue de glace que les mers plus petites et moins profondes des hautes latitudes boréales; la perte de chaleur des premières est beaucoup plus grande, car la surface n'est pas protégée contre la radiation par de mauvais conducteurs (neige et glace). Aussi la perte de chaleur par le globe se fait-elle principalement par les mers des hautes latitudes australes.

17° Cette perte de chaleur par radiation et conduction a aussi pour conséquence une plus grande quantité de neige et de glaciers sur les terres australes ; ces glaciers à leur tour ont de l'influence sur le refroidissement des mers.

18° Il en résulte que la grande masse des eaux froides qui remplissent les océans tropicaux provient des hautes

latitudes australes. Cela peut être prouvé même pour l'Atlantique, qui a cependant une communication assez large avec l'océan boréal. A la profondeur de 1000^m environ, la température moyenne de l'eau augmente assez régulièrement, de 3° à peu près sous 40° S., à 8° sous 40° N.

19° Il serait excessivement intéressant de pouvoir constater l'état calorique du globe, au moins dans les limites suivantes : *a*) l'air, *b*) la croûte solide jusqu'à 200 à 300 mètres, *c*) les eaux, *d*) les masses de neige et de glace, et d'en suivre les variations. Vu la grande capacité calorique de l'eau, *c*) et *d*) sont de beaucoup les éléments les plus importants ; il s'agit donc surtout de déterminer la masse des eaux de l'océan et leur température et la masse des neiges et glaces et leurs variations.

RECHERCHES NOUVELLES

SUR

L'ÉTHÉRIFICATION PAR DOUBLE DÉCOMPOSITION

PAR

M. le Dr Jacques BERTONI,

Professeur adjoint de chimie à l'Université de Pavie.

Dans un cours de chimie organique le professeur a rarement la possibilité de faire suivre l'exposition théorique et spéculative des doctrines et des réactions chimiques, de leur démonstration expérimentale. Il doit pourtant faire aller de pair l'expérience et la théorie, toutes les fois qu'il en a les moyens, afin de mettre en relief la réalité des phénomènes prévus par la théorie. C'est à ce point de vue que j'espère rendre quelque service à la science et à l'enseignement, en publiant un nouveau procédé qui met clairement en évidence, devant un auditoire, le phénomène de l'éthérification par double décomposition.

Je me suis proposé dans mes recherches un double but : 1° de présenter un essai didactique sur l'éthérification; 2° de prouver que l'éthérification repose, d'une manière générale, sur une double décomposition. Je n'ai pas cependant la prétention d'avoir résolu la question; ce qui exigerait un plus grand nombre de faits observés.

Je partage ce travail en trois parties. Dans la première, je résume et critique les anciens procédés de préparation des éthers composés (en dehors de leur formation directe par un acide et un alcool) et je montre que ces méthodes n'étaient pas générales.

Dans la seconde, j'analyse le phénomène de l'éthérification par double décomposition. J'indique une réaction nouvelle qui, concordant avec les lois de la chimie minérale, m'a permis d'obtenir, rapidement et très purs, les véritables éthers nitreux des alcools allylique, éthylénique et butylique tertiaire, qui n'avaient pas encore pu être préparés.

Dans la troisième partie j'indique les applications qu'on peut tirer de ma méthode.

I

Il y a 26 ans, M. F. Guthrie[1] observa, en traitant une partie de nitrite d'amyle et trois parties d'alcool éthylique avec du zinc et de l'acide sulfurique dilué, qu'on trouvait à la fin de l'opération *un peu* de nitrite d'éthyle dans l'alcool distillé. M. Guthrie n'étudia pas avec plus d'attention ce fait purement empirique et accidentel; il ne le considéra pas même comme un phénomène d'éthérification. De plus, il n'a pas calculé les proportions de nitrite d'éthyle, d'alcool et d'éther nitreux amylique employés, ce qui ne doit pas étonner, car il employait l'alcool éthylique uniquement comme dissolvant du nitrite d'amyle et pour rendre moins violente l'action du zinc et de l'acide sulfurique.

[1] F. Guthrie, Beiträge zur Kenntniss der Amylverbindungen. *Liebig's Annalen* CXI, 82; *Chem. Soc. Qu. J.* XI, 245.

Quelques années après, MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles publiaient des travaux très importants sur l'éthérification. Toutefois, malgré les nombreuses recherches faites par ces illustres chimistes pendant plusieurs années, on ne découvre dans leurs mémoires aucune expérience sur l'action que les différents alcools peuvent avoir sur un éther composé quelconque. Dans leurs travaux sur la décomposition des éthers, ils ont démontré qu'un système, éther composé et eau est exactement équivalent à un système, alcool et acide de même composition brute, de telle façon qu'en chauffant deux pareils mélanges on arrive finalement à des mélanges renfermant les mêmes proportions d'alcool, d'acide, d'éther et d'eau, mais ils n'ont jamais étudié l'action d'un alcool sur un éther composé contenant un résidu alcoolique différent de celui de l'alcool employé [1].

Une année après, MM. Friedel et Crafts, en préparant de nouveaux composés organiques du silicium, pour déterminer le poids atomique de cet élément, faisaient les observations suivantes :

a) Si l'on fait réagir, dans un tube scellé, à la température de 170°-180°, pendant une heure, du chlorure d'acétyle avec de l'éther silicique, dans le but d'obtenir un acéto-silicate d'éthyle, on ne trouve aucune trace de ce composé, mais bien de l'éther acétique et de la monochlorhydrine triéthyl-silicique. D'après ces faits, ils ont été conduits à supposer que parmi les composés employés il s'était produit une éthérification par double décomposition. On ne peut nier qu'un échange entre les éléments

[1] M. Berthelot et L. Péan de Saint-Gilles, De la formation et de la décomposition des éthers. *Annales de Chimie et de Physique*, LXV, page 385.

et les résidus organiques n'ait eu lieu, mais si l'on considère attentivement ce phénomène, on ne peut attribuer cet échange à une véritable éthérification par double décomposition, puisque le chlorure d'acétyle, employé dans la réaction, n'est ni un alcool ni un éther, mais qu'il est plutôt comparable au chlorure de carbonyle et aux chlorures des éléments, tels que :

$Sn\,Cl_4$, $Fe_2\,Cl_6$, $Si\,Cl_4$, $Ph\,Cl_5$, etc........ employés pour la préparation de quelques éthers composés. En effet, ces deux chimistes distingués, en substituant au chlorure d'acétyle le chlorure de silicium, ont obtenu la même monochlorhydrine triéthyl-silicique, et au moyen du perchlorure de phosphore ont produit la dichlorhydrine de l'éther silicique. Ces résultats les ont amenés à faire des expériences sur d'autres éthers.

b) Dans la préparation de l'éther silicique mixte triéthyl-monoamylique par l'action de l'alcool amylique sur la monochlorhydrine éthyl-silicique, on remarque la formation d'une *petite quantité* d'éthers mixtes diéthyl-amyliques. Il est aussi certain que dans cette réaction le produit cherché était suffisant tout au plus pour sa constatation. Il s'en suit que cette éthérification doit être considérée comme une réaction accessoire.

c) L'acétate d'éthyle se comporte d'une manière identique, lorsqu'il est surchauffé dans un tube scellé, avec de l'alcool amylique *en excès;* dans cette expérience « *on* « *n'a pas réussi* (disent nos auteurs), *à isoler l'acétate* « *d'amyle de l'alcool amylique en excès.* » Par conséquent la quantité du produit obtenu n'ayant pas été constatée ni déterminée, la réaction n'est pas probante.

d) En chauffant pendant 40 heures à 240° un mélange d'acétate amylique et d'alcool éthylique, après l'ouverture

du tube, et la séparation par distillation fractionnée de la partie bouillante à 75°-90° (lavée, séchée et rectifiée), on obtient toujours, d'après les mêmes auteurs « *une* « *quantité notable d'un liquide ayant l'odeur de l'éther acé-* « *tique.* » Même dans ce cas, la quantité d'éther formée n'a pas été déterminée.

e) Après avoir chauffé 24 heures, à 160°-180°, en tubes scellés, un mélange de iodure d'éthyle et d'alcool amylique *en excès*, MM. Friedel et Crafts ont trouvé dans les produits de la réaction de l'oxyde mixte éthylamylique et aussi du iodure d'amyle. On voit aisément qu'il ne s'agit pas encore de double décomposition, et même les auteurs cités n'expriment là-dessus aucun doute. Ils disent en effet : « Le iodure d'amyle dont nous avons constaté la « production, provient, en partie certainement et peut-« être aussi en totalité, de l'action de l'acide iodhydrique « mis en liberté, sur l'alcool amylique. » Par conséquent le iodure d'amyle s'est formé par éthérification directe, ce qui est prouvé par la présence de l'eau observée dans les produits de la réaction.

f) L'oxalate d'éthyle chauffé durant 36 heures, à la température de 220°-250°, en tubes scellés, avec de l'alcool amylique, donne de l'oxyde et du bioxyde de carbone, de l'éther ordinaire, de l'alcool éthylique, de l'oxalate mixte éthyl-amylique et de l'oxalate amylique. La présence de toutes ces substances prouve évidemment que si l'éthérification par double décomposition a eu lieu, elle a dû être bien limitée.

g) Le benzoate d'éthyle chauffé pendant 60 heures entre 210°-240° en mélange avec de l'alcool amylique, donne du benzoate d'amyle.

h) Le benzoate d'éthyle et l'acétate d'amyle, chauffés

ensemble pendant quelques heures à 300°, échangent leurs résidus alcooliques et donnent en même temps des produits secondaires.

Je reviendrai sur l'interprétation de ces deux réactions; je remarquerai seulement en passant, que même ici, les rapports quantitatifs des produits obtenus ne sont pas donnés.

De toutes ces expériences, MM. Friedel et Crafts tirent les conclusions suivantes :

« Nous nous croyons donc autorisés à admettre que « dans la réaction d'un alcool sur l'éther d'un acide orga- « nique, de même que dans la réaction mutuelle de deux « éthers, il y a simplement échange des radicaux alcoo- « liques entre l'éther et l'alcool, ou entre les deux éthers, « de la même manière qu'il y a échange de métal entre « une base libre et un sel, ou entre deux sels [1]. »

Cependant jusqu'à présent personne n'a encore donné une preuve expérimentale rigoureuse et évidente de cette assertion.

Ces auteurs admettent aussi que « cet échange (des « radicaux alcooliques) se produit en sens inverse, de « sorte que celui des deux radicaux qui a l'équivalent le « plus élevé déplace l'autre, et en est déplacé à son tour. »

Bien que je sois loin de méconnaître l'intérêt que présentent les travaux de ces chimistes, j'ose dire que leurs conclusions, en ce qui concerne l'éthérification par double décomposition, semblent plutôt appuyer que combattre la proposition que Berthelot avait émise, je pense, d'une ma-

[1] C. Friedel et J.-K. Crafts, Sur quelques nouveaux composés organiques du silicium et sur le poids atomique de cet élément *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1863, page 597 et 1864, page 102.

nière trop absolue, savoir : « *Qu'il existe des différences* « *très profondes, qui tracent entre les éthers et les sels une* « *ligne de démarcation parfaitement tranchée*[1]. »

D'ailleurs les faits établissent que le produit obtenu a toujours été très limité et incertain ; que les recherches ont été faites avec un grand excès d'alcool ; qu'elles ont demandé un temps très considérable, des tubes scellés et une température très élevée.

Les résultats obtenus par MM. Friedel et Crafts ne doivent pas, à mon avis, être considérés comme établissant un fait d'éthérification par double décomposition, mais plutôt comme une éthérification directe, souvent aussi comme une transposition partielle de groupes moléculaires, ce qui arrive fréquemment à des températures et pressions très élevées, non seulement dans les mélanges, mais aussi dans les molécules mêmes de plusieurs composés organiques.

Pour arriver à démontrer que les éthers composés sont comparables aux sels et qu'ils se comportent *de la même manière,* il fallait des expériences prouvant catégoriquement que la double décomposition entre un éther et un alcool se fait réellement comme entre un sel et une base, sans être lente ni progressive, mais rapide et instantanée, même dans un vase ouvert et à la température et pression ordinaires. Or, cela n'a pas été fait jusqu'à présent.

Seize ans plus tard, M. Duvillier observa aussi accidentellement la production indirecte d'un éther composé. Il dit qu'ayant employé, dans la préparation de l'éther méthyloxybutyrate d'éthyle, du bromobutyrate d'éthyle en contact avec du méthylate sodique et un *grand excès*

[1] M. Berthelot et L. Péan de Saint-Gilles, *Loco citato.*

d'alcool méthylique, il trouva, qu'au lieu de l'éther méthyloxybutyrate d'éthyle, il s'était formé du méthyloxybutyrate de méthyle. Il attribuait cet échange à la présence d'un grand excès d'esprit de bois qui, agissant sur l'éther méthyloxybutyrate d'éthyle, en chasse l'alcool éthylique et en prend la place [1].

Il ne faut pas oublier que dans cette réaction, comme dans la plupart de celles de MM. Friedel et Crafts, on a toujours employé l'alcool en grand excès, et que M. Duvillier ne donne pas la quantité de l'éther méthyloxybutyrate de méthyle obtenu. Il faut aussi remarquer que l'opération a pris beaucoup de temps et que la température était celle de l'ébullition du mélange. On comprendra alors pourquoi M. Duvillier expliquait la formation de ces éthers par l'état d'équilibre établi par M. Berthelot, savoir que dans la formation des éthers composés la quantité des substances décomposées est toujours proportionnelle à celle des substances régénérées, de manière qu'il s'établit au sein de la masse une série de réactions inverses ou réciproques de production et de décomposition, qui sont simultanées.

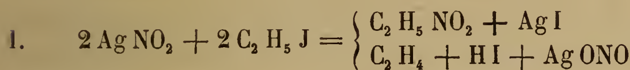
Une année après les recherches de Duvillier, M. Bruno Rœse trouve qu'en chauffant à 100° en tube clos, pendant *deux jours,* un mélange de carbonate méthylpropylique et d'alcool propylique, il se forme du carbonate propylique. Il ajoute que cette préparation se fait plus promptement si on fait intervenir de l'acide chlorhydrique [2]. Dans ce cas il y a en effet un échange entre les résiduls acooliques,

[1] E. Duvillier, Sur les acides éthyloxybutyrique et méthyloxybutyrique normaux et leurs dérivés. *Annales de chimie et de physique,* V, 17, page 527.

[2] Bruno Rœse, Ueber neue Kohlensäureäther. *Liebig's Annalen,* vol. 205, page 227.

ce qui cependant doit arriver, je crois, par l'action du temps, de la chaleur et de l'acide auxiliaire.

Il en est de même de la formation des éthers nitreux par l'action des iodures alcooliques sur le nitrite d'argent; elle n'a pas lieu pour le méthyle, elle est partielle pour l'éthyle et de plus en plus limitée pour les homologues supérieurs. On sait en effet que la présence de l'éther nitreux dans cette réaction n'est pas due à une double décomposition, mais à l'addition de l'acide nitreux à l'oléfine selon l'équation :



I. $$2\,AgNO_2 + 2\,C_2H_5J = \begin{cases} C_2H_5NO_2 + AgI \\ C_2H_4 + HI + AgONO \end{cases}$$



II. $$C_2H_4 + HI + AgNO_2 = AgI + HONO + C_2H_4$$



III. $$C_2H_4 + HONO = C_2H_5ONO$$ [1].

Tous ces faits ont été mal appréciés, et ont dérouté les observateurs de la vraie voie qu'ils auraient dû suivre pour démontrer (en opposition aux idées dominantes), que plusieurs éthers composés, en contact avec des alcools, et en proportions équimoléculaires, peuvent subir une véritable double décomposition, tout à fait analogue à la réaction qui a lieu entre les sels et les bases inorganiques.

II

Dans l'éthérification directe entre un acide et un alcool employés en quantités équivalentes, la réaction n'est ja-

[1] *Liebig's Annalen*, vol. 180, page 157, et *Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft*. Berlin, IX, p. 529.

mais instantanée; elle est lente, progressive et atteint une limite constante. On obtient un mélange d'alcool, d'acide, d'éther et d'eau. L'eau en effet, au delà d'une certaine proportion d'éther donnée le décompose en ses générateurs ; mais comme l'alcool et l'acide régénérés ont une tendance à reproduire l'éther, il arrive que la décomposition est aussi limitée et progressive; de là vient l'usage d'ajouter un *excès* d'acide ou un acide auxiliaire au mélange d'acide et d'alcool qu'on veut éthérifier, afin de transformer la plus grande partie de l'alcool ou de l'acide dans l'éther voulu.

De plus on sait qu'en éliminant l'eau qui se sépare pendant la réaction entre molécules égales d'un acide et d'un alcool, M. Berthelot arriva à une éthérification totale. Théoriquement la réaction marche donc dans le même sens qu'entre un acide et une base inorganique, seulement pour les éthers on rencontre des difficultés pratiques ordinairement insurmontables.

Or, dans l'éthérification, si réellement le phénomène est dû à une double décomposition, il ne doit pas se produire d'eau: qu'est-ce donc qui empêche une double décomposition de se produire.

Telle est la question que je me suis posée et que je crois avoir résolue.

Voici le raisonnement que j'ai suivi. Je l'expose ici en lui conservant le caractère spéculatif qui m'a permis de prévoir la genèse des éthers composés en faisant abstraction de l'idée généralement reçue, savoir : *qu'ils ne sont comparables aux sels que par analogie des formules*[1].

C'est un fait bien établi que dans toute réaction où il se forme deux ou plusieurs produits, l'accumulation de

[1] M. Berthelot et Péan de Saint-Gilles, *Annales de chimie et de physique*, l. c.

ceux-ci empêche la réaction de s'achever; et il est aussi bien connu, qu'en éliminant les produits au fur et à mesure de leur production, la réaction est alors totale. Dans une éthérification par double décomposition entre un éther et un alcool, quatre composés peuvent être présents dans le système, savoir : l'éther *générateur*, l'éther qui se forme, l'alcool employé et l'alcool régénéré. On comprend facilement que, si ces quatre corps sont forcés de se trouver en contact pendant tout le temps que dure l'expérience, en vase clos, ou ils ne pourront pas prévaloir l'un sur l'autre, ou ils ne le pourront que dans une mesure partielle et limitée.

Mais si on arrive à éliminer, soit l'éther qui se forme graduellement, soit l'alcool qui reste comme *caput mortuum*, on évitera les réactions inverses qui s'opposent à une éthérification rapide et totale.

Une idée préconçue se basant sur les différences des propriétés physiques des éthers composés et des sels, a fait croire jusqu'à ce jour qu'une double décomposition instantanée entre un éther et un alcool était impossible. M. Berthelot n'hésite pas à dire que : « les analogies entre « les éthers et les sels sont très superficielles et résident « plutôt dans le jeu des formules que dans la marche « effective des réactions[1]. »

Les expériences que je vais décrire feront tomber, j'espère, ce préjugé.

Je suis parti de l'idée que les lois des réactions salines de Berthollet régissent aussi les éthers composés. En ayant cette conviction je présupposais donc que l'éthérification par double décomposition devait se faire plus facilement et atteindre son maximum, quand dans le choix de l'expé-

[1] Ibidem.

rience on aurait pris en considération les principes fondamentaux qui dominent les réactions chimiques. Alors seulement on pourra considérer les réactions entre un éther composé et un alcool, comme tout à fait analogues à la décomposition d'un sel par une base. L'éthérification doit donc être instantanée, c'est-à-dire qu'elle doit se manifester sans le concours d'un temps très long ni d'une température élevée.

Les conditions théoriques qu'il fallait observer une fois établies *a priori*, j'ai cherché quels éthers se prêteraient le mieux à l'expérience.

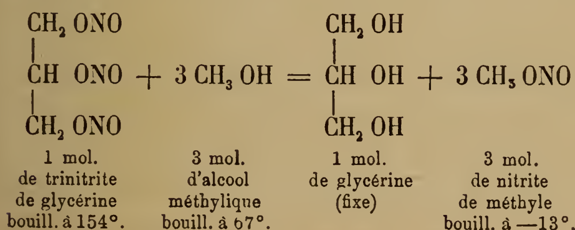
J'ai choisi la série des nitrites alcooliques. Un examen attentif de leurs propriétés physiques m'a montré que les éthers nitreux des alcools de la série éthylique possèdent un point d'ébullition qui se trouve être inférieur de 40° au moins à celui des alcools dont ils dérivent. J'ai observé en outre que la différence entre le point d'ébullition des deux premiers alcools et celui des éthers nitreux correspondants est de 40×2 pour le méthylique et de $40 + \frac{40}{2}$ pour l'éthylique, comme on peut voir dans le tableau suivant :

Alcools.	Amylique.	Isobutylique.	Isopropylique.	Éthylique.	Méthylique.
Point d'ébullition des alcools......	132°	107°	84°	78°	67°
Point d'ébullition des éthers nitreux.	92°	67°	44°	18°	—13°
Différences......	40°	40°	40°	60° $40 + \frac{40}{2}$	80° 2×40

J'ai choisi entre les éthers nitreux les plus communs, celui qui avait le point d'ébullition le plus élevé. Bref, je suis parti de l'idée que si deux substances sont capables de réagir entre elles de manière à produire deux nouveaux corps, dont l'un soit très volatil et l'autre fixe, ou dont le point d'ébullition soit très éloigné du premier, la réaction doit se faire d'autant plus facilement que la différence de leurs points d'ébullition est plus grande, soit celle entre les corps engendrés, soit celle entre ceux qu'on a employés.

Les composés qui remplissent ces conditions et que j'ai employés dans mes essais, sont le trinitrite de glycérine et l'alcool méthylique, parce que le nitrite méthylique qui devrait se former selon mes suppositions, doit se dégager du mélange au fur et à mesure de sa formation. Les réactions inverses sont donc évitées.

L'éthérification de l'alcool méthylique atteindra ainsi un maximum probablement très voisin de la double décomposition complète, et il restera de la glycérine comme *caput mortuum* de la réaction. Il est à peine nécessaire de remarquer que cela n'apportera aucune entrave à la marche de l'opération, et que la glycérine ne retiendra pas le nouveau nitrite formé, à cause de la différence des points d'ébullition du nitrite alcoolique employé et du nitrite produit, et de l'autre côté, entre la glycérine régénérée et l'alcool méthylique employé. On a la réaction suivante :



L'expérience a pleinement confirmé ces prévisions.

J'ai versé, dans un matras fermé au moyen d'un bouchon à deux ouvertures, dont l'une est traversée par un entonnoir à robinet et l'autre par le tube d'un réfrigérant ascendant, du trinitrite de glycérine, bien purgé de vapeurs nitreuses, j'ajoutai peu à peu par l'entonnoir une quantité équivalente d'alcool méthylique. Il se produisit immédiatement à la température ordinaire une réaction violente qui pourrait être dangereuse, si le mélange était fait soudainement, accompagnée d'un fort dégagement de gaz nitrite de méthyle, qui fut reconnu à ses propriétés en le recueillant dans un tube en U plongé dans un mélange réfrigérant ; l'eau du réfrigérant ascendant doit aussi être maintenue à 0°.

La réaction est tellement énergique et instantanée, même à la température ordinaire, que l'opération demande à être faite avec précaution afin d'éviter des pertes. La quantité de nitrite de méthyle obtenue par ce procédé, correspond environ à la quantité théorique; elle atteint le 97 °/₀ de l'alcool employé.

Ce résultat n'a pas besoin de commentaires; il est la preuve la plus décisive et irréfutable que l'éthérification s'est non seulement produite par double décomposition, mais aussi qu'elle a lieu à la température ordinaire instantanément et complètement.

Il en est de même si on se sert de l'alcool éthylique. La réaction est alors aussi rapide, mais le rendement est un peu plus faible. Les alcools propylique et butylique donnent un rendement encore plus faible. L'alcool éthylique éthérifié atteint à peu près le 90 °/₀, le propylique (iso) le 80 °/₀, l'isobutylique le 76 °/₀ et l'amylique le 70 °/₀. Ces résultats ne doivent pas nous étonner parce que plus les

alcools employés et les éthers nitreux qu'ils produisent, ont un point d'ébullition qui s'approche de celui de l'alcool et du nitrite alcoolique employés, plus nous nous éloignons des conditions théoriques que j'ai établies et il y a alors des réactions secondaires.

Ainsi, employant pour éther éthérifiant du nitrite d'amyle, j'ai obtenu seulement le 51 °/₀ d'alcool propylique et le 37 °/₀ d'alcool isobutylique éthérifié.

Malgré l'évidence du principe théorique et quoique les faits exposés justifient pleinement ma thèse, j'ai entrepris une nouvelle série de recherches d'une grande simplicité, qui doivent démontrer l'analogie de constitution et de réaction des éthers composés et des sels.

J'expose d'emblée le principe sur lequel ces investigations sont fondées. Je pars du fait que le trinitrite de glycérine est le seul éther nitreux connu qui bout à une température supérieure aux autres nitrites (excepté le nitrite octylique), et qu'il laisse, après la double décomposition, un alcool très soluble dans l'eau et insoluble dans l'éther ordinaire, il sera donc très facilement séparé du nitrite qu'on veut former, lorsque l'alcool employé est aussi soluble dans l'eau.

Je place dans un tube de verre à parois fortes et soudé à une des extrémités, une quantité déterminée de trinitrite de glycérine, puis je le plonge dans un mélange réfrigérant de sel et de glace, de manière que la température de l'éther soit à quelques degrés au-dessous de 0°. Je prépare ensuite la quantité équivalente de l'alcool que je veux éthérifier et qui doit être également refroidie. Pour accomplir la double décomposition je n'ai qu'à verser avec précaution l'alcool sur le nitrite de glycérine, boucher le tube avec un bon caoutchouc, en pressant du

doigt sur le bouchon et retourner le tube. Immédiatement on voit les deux couches disparaître et s'émulsionner. On replace alors le tube dans l'eau froide; après quelques minutes la masse redevient limpide, mais en même temps on observe l'inversion des deux couches; l'inférieure est épaisse et blanchâtre et n'est autre chose que la glycérine régénérée, la couche supérieure jaune et mobile est l'éther cherché. Le meilleur moyen pour les séparer est de verser de l'eau à 0°, de fermer le tube et d'agiter de nouveau; la glycérine s'y dissout, tandis que l'éther qui est insoluble, se sépare promptement; on en retire l'éther nitreux au moyen d'un entonnoir à robinet, on le lave à l'eau froide, on le laisse digérer avec du nitrate de chaux anhydre et enfin on le purifie par une simple distillation.

Par cet artifice j'ai pu préparer en peu de minutes et pendant l'espace d'une leçon, les éthers nitreux des alcools éthylique, propylique, isobutyrique, allylique, butyrique tertiaire, amylique tertiaire, etc. La quantité d'éther produite est cependant un peu inférieure à celle qu'on obtient par distillation. Cela pourrait faire naître l'objection : pourquoi la double décomposition est-elle ici plus limitée ?

La réponse est facile. Les corps employés ne sont pas absolument insolubles l'un dans l'autre, ce qui explique en conséquence des réactions inverses, la perte d'une partie du produit. L'alcool éthylique, que nous avons vu s'éthérifier presque entièrement lorsqu'il est séparé par distillation au bain-marie, ne donne par ce dernier procédé, que j'appellerais volontiers *didactique*, que 50 % au plus d'éther, à cause de la solubilité de l'éther nitreux dans la glycérine régénérée.

Le fait suivant sera encore plus convaincant.

Quand on prépare par cette réaction le nitrite éthylénique, on est tout d'abord étonné de voir que le mélange de nitrite de glycérine et de glycol ne se sépare pas en éther nitreux éthylénique et en glycérine ; on obtient au contraire un liquide opalisant homogène dont on ne peut séparer aucune trace de nitrite glycolique, même par un excès d'eau.

On pourrait croire que dans ce cas la double décompositon n'a pas eu lieu, mais cette anomalie apparente s'explique par le fait que l'éther nitreux du glycol est très soluble dans la glycérine et dans ses solutions aqueuses ; on n'a qu'à chauffer le mélange opalisant, sans le diluer, pour en extraire le nitrite éthylénique.

La première méthode que j'ai exposée est donc plus générale et son importance est aussi bien théorique que pratique, mais la seconde est plus démonstrative. Dans certains cas celle-là devient très opportune, par exemple quand on doit préparer des éthers nitreux d'alcools facilement altérables. Ainsi l'éther nitreux de l'alcool allylique s'obtient par ce dernier procédé, sans danger d'explosion, en plus grande quantité, rapidement et plus pur. Cela tient à ce que la basse température en empêche toute altération sensible, sans inconvénient pour la marche de l'opération.

J'espère avoir montré que l'éthérification est une double décomposition. Cependant le fait qu'avec la méthode didactique je n'ai pas réussi à produire le nitrite glycolique sans chauffer le mélange, pourrait faire croire que mon procédé à froid n'est pas général et qu'il peut être nécessaire de chauffer dans certains cas pour que la réaction ait lieu.

Pour ne pas laisser de doute à ce sujet, j'ai eu recours à un expédient.

Si le nitrite de glycérine traité avec le glycol à 0°, est réduit en glycérine, tandis que l'alcool éthylénique est transformé dans l'éther nitreux correspondant, on n'a plus pour séparer celui-ci, qu'à traiter le liquide opalisant avec de l'éther ordinaire anhydre, dans lequel la glycérine est insoluble, tandis que l'éther nitreux glycolique y est très soluble, et séparer ensuite les deux couches. On élimine l'éther ordinaire par distillation au bain-marie, le résidu est le nitrite glycolique cherché. L'éthérification par double décomposition a donc eu lieu, aussi dans ce cas, à basse température[1].

III

La première application des principes qui précèdent est naturellement l'indication de la voie à suivre pour préparer de nouveaux éthers nitreux.

La relation que j'ai constatée entre le point d'ébullition des alcools et celui de leurs éthers nitreux (voir le tableau page 38) rend possible de calculer très approximativement le point d'ébullition des éthers nitreux qu'on veut préparer. Ainsi j'ai prévu *a priori* que le nitrite d'allyle, le nitrite glycolique et l'éther nitreux du triméthylcarbinol, tels qu'ils sont décrits dans les traités, ne doivent pas être considérés comme de véritables éthers. Leur point d'ébullition respectif est dans certains cas

[1] Un de mes élèves a dernièrement appliqué le procédé à froid (didactique) pour la préparation des nitrites des alcools insolubles dans l'eau. Voir *Bollettino farmaceutico*. Roma, 1885, p. 289.

trop élevé et dans d'autres il n'est pas déterminé comme pour le nitrite éthylénique de Semenow et en conséquence leur existence comme éthers nitreux est dubitative.

En effet l'alcool allylique bout à 96°, l'éther nitreux correspondant aura donc son point d'ébullition selon la formule $96-40=56°$. Le glycol qui bout à 197° donnera un éther nitreux qui entrera en ébullition à $197-(2\times40)=117°$, enfin le nitrite du triméthylecarbinol aura son point d'ébullition à $83-40=43°$. Mais les alcools allylique et éthylénique étant les premiers membres de deux séries alcooliques différentes, auront très probablement un point d'ébullition encore plus bas.

L'expérience a confirmé cette prévision. Le point d'ébullition du nitrite allylique a été trouvé à 44°,5 soit assez rapproché de l'expression $96°-(40+\frac{40}{4})$; celui du nitrite glycolique a été constaté à 97°, ce qui répond à la formule $197-(2\times40)+\frac{40}{2}$, enfin celui de l'éther nitreux de l'alcool butyrique tertiaire à 63° soit $83-\frac{40}{2}$

Celui-ci est le premier éther nitreux qui bout à une température supérieure à la prévision théorique.

Il n'est pas possible de tirer des déductions d'une valeur absolue, d'un nombre de faits si peu considérable. On pourra trouver la relation exacte quand on aura obtenu un nombre suffisant de résultats; pour le moment il faut se contenter de ce que ces observations spéculatives ont donné de résultats positifs.

Le point d'ébullition théorique ainsi établi approximativement, il est facile de prévoir lesquels, parmi le grand nombre d'alcools connus, se prêtent plus facilement à cette double décomposition.

En résumé, grâce aux principes théoriques et pratiques que je viens de décrire, la production des éthers nitreux est entrée dans le domaine des préparations les plus faciles. Il n'est pas besoin d'insister sur les applications qu'on peut tirer de ces procédés, mais je crois utile de décrire brièvement les trois nouveaux éthers que j'ai obtenu avec mes deux méthodes, afin de donner une preuve de la possibilité de préétablir la synthèse de nouvelles séries de corps et d'en éclairer la constitution.

Nitrite d'allyle.

L'existence de ce corps a toujours été contestée par les chimistes [1], malgré les travaux de M. Brackebusch et d'autres [2].

Voici les propriétés que je lui ai constatées :

C'est un liquide mobile, jaunâtre, dont l'odeur rappelle celle de l'alcool allylique. Il est plus léger que l'eau dans laquelle il est insoluble ; il se dissout facilement dans les alcools (donnant lieu à une double décomposition partielle avec les alcools méthylique et éthylique) dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine, etc.

Son poids spécifique à 0° est de 0,9546 ; son point d'ébullition est à 43°,5 —44°,5, il est encore liquide à —20° ; il brûle avec la flamme caractéristique des nitri-

[1] F. Beilstein, *Handbuch der Organischen Chemie.* 1885, I, p. 318.

[2] E. Brackebusch, Ueber Nitroverbindungen aus der Allylreihe. *Berichte der Deutschen Chem. Gesell.* Berlin, 1874, p. 25.

K. Schiff, Ueber die Einwirkung von Bromallyl auf salpetrigsaures Silber. *Berichte,* Berlin, 1874, p. 1141.

tes alcooliques, flamme qui petit à petit devient fuligineuse ; il est altéré par un contact prolongé avec l'eau ; les alcalis le décomposent rapidement ; les acides concentrés le détruisent ; le sulfure ammonique le réduit, etc. ; à 100° il fait explosion. Au contact des vapeurs nitreuses il se transforme en un produit d'addition qui est solide, cristallin, fusible vers 110°, en se décomposant avec une légère détonation. L'étude complète de ce dérivé fera l'objet de nouvelles recherches de ma part.

Nitrite glycolique.

Les traités décrivent sous ce nom un composé fusible à 37°,5 qui n'a aucun des caractères des éthers nitreux [1]. Voici les propriétés du véritable nitrite de l'alcool éthylénique.

C'est un liquide mobile, jaune, dont les vapeurs sont désagréables et fortement toxiques ; plus lourd que l'eau dans laquelle il est insoluble ; très altérable s'il n'est pas très pur ; avec les alcools méthylique, éthylique, etc., il donne lieu à une vive réaction due à l'éthérification, on obtient du glycol ordinaire ; il est soluble dans l'éther,

[1] Semenow, *Zeitschrift für Chemie*. 1864, p. 129.
F. Beilstein, *Handbuch der Organischen Chemie*. 1885, p. 224.
Roscoe et Schorlemmer, *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*. 1884, tome III, 2me partie, p. 666.
Bourgoin, *Encyclopédie chimique de Fremy*, 1883. Tome I, De la chimie organique, page 192.
Richter-Carnelutti, *La chimica delle combinazioni del carbonio*. Torino, 1883, p. 70.
Schützenberger, *Traité de chimie générale*. 1880, II, p. 147.
A. Wurtz, *Dictionnaire de chimie*, 1870, II, et Supplément, 1883, 6me fasc., p. 880.

le chloroforme, le sulfure de carbone et le glycol lui-même, très soluble dans la glycérine, donnant lieu à un mélange dont on ne peut plus le séparer par un excès d'eau.

Son poids spécifique à 0° est de 1,2156; il bout entre 96°—98°; presque inaltérable par la distillation il brûle avec la flamme particulière jaune-olivâtre des nitrites alcooliques; se conserve longtemps en lieu frais, puis il se colore en vert et successivement en bleu, et se transforme enfin en une masse cristalline, laquelle lavée avec de l'éther a été reconnue comme étant de l'acide oxalique. Il est facilement décomposé par les alcalis, les acides, etc.; le sulfure ammonique le réduit avec un grand dégagement de chaleur; il n'est pas explosif.

Nitrite de l'alcool butyrique tertiaire.

On a aussi cru connaître cet éther[1]. J'ai déjà dit pourquoi *a priori* j'ai douté que le corps de Tscherniak fut le véritable nitrite. Les caractères suivants du véritable nitrite de triméthylcarbinol justifient mes doutes.

C'est un liquide très mobile, faiblement coloré en jaune, doué d'une odeur agréable, qui rappelle celle du triméthylcarbinol; plus léger que l'eau dans laquelle il est peu soluble; très soluble dans l'éther ordinaire, le chloroforme, etc., presque insoluble dans la glycérine; son poids spécifique à 0° est 0,8914; il bout entre 62°,8—63°,2; chauffé il se volatilise rapidement sans se décomposer; brûle comme les éthers nitreux; est faci-

[1] Tscherniak, *Annalen der Chemie u. Pharm.*, t. 180, p. 155.

lement détruit par les alcalis, les acides etc., parmi les éthers nitreux c'est un des plus stables, ce qui tient à sa constitution.

Le rendement des éthers obtenus a été : pour l'alcool allylique et l'alcool glycolique de 64 %, pour le triméthylcarbinol de 65 %[1].

Ces chiffres sont sensiblement inférieurs à la quantité théorique, mais si on les prépare par distillation (première méthode) on comprend que les nombreuses distillations fractionnées, destinées à purifier le composé, occasionnent des pertes considérables, et si on les prépare à froid (méthode didactique) on a aussi des pertes considérables à cause de leur solubilité dans les autres composés du mélange. Toutefois il est certain que mes procédés sont les plus avantageux pour la préparation des éthers nitreux.

Je m'occupe actuellement d'une étude semblable sur les alcools, les glucols, les éthers des acides-alcools et sur les produits d'addition, dus aux vapeurs nitreuses des dérivés allyliques et des composés organiques qui contiennent des résidus de carbures non saturés, comme l'acétylène, etc. Je travaille aussi à des expériences analogues sur d'autres séries d'éthers composés.

Laboratoire de chimie générale de l'Université de Pavie. Octobre 1885.

[1] *Rendiconti del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.* 1885, série II, tome XVIII, fasc. X et XVI.

SUR LA

PRODUCTION PAR SÉLECTION

AUX ÉTATS-UNIS

D'UNE RACE DE SOURDS-MUETS

D'APRÈS M. ALEX. GRAHAM BELL

PAR

M. Alph. DE CANDOLLE

Le célèbre inventeur du téléphone, l'auteur de savants écrits sur l'audition, vient de publier un mémoire curieux[1] duquel il résulte que le nombre des sourds-muets augmente dans certaines familles américaines et peut amener une race privée de la parole, à moins qu'on ne lutte contre les causes de cette fâcheuse nouveauté.

Citons d'abord les faits, ensuite la sélection naturelle qui les produit, après quoi nous indiquerons les correctifs proposés par M. Bell et par nous-même.

[1] *Memoirs of the National Academy of Sciences*. Washington, 1884, in-4°, vol. 2.

I. Les faits.

On a constaté par le dernier recensement des États-Unis qu'il y avait, le 1er juin 1880, dans toute l'Union, 33,878 sourds-muets (18,567 hommes et 15,311 femmes).

Sur ce nombre à peu près un tiers ont été jugés sourds-muets de naissance, un tiers par suite d'accidents ou maladies et un tiers sans cause connue. Évidemment cette classification est incertaine, soit par défaut d'enquête sur chaque individu, soit par impossibilité de savoir quels enfants deviennent sourds dans les premiers mois de leur existence. Il est probable que les sourds véritablement de naissance[1] (*congenital*) sont peu nombreux et que beaucoup d'enfants deviennent sourds par l'effet d'une exposition imprudente à l'air froid avant qu'on ait pu constater s'ils entendaient ou s'ils étaient aptes à entendre.

La distinction des sourds de naissance et autres me paraît vague et difficile à connaître, mais on peut dire que ceux des enfants qui deviennent sourds sont plus disposés que d'autres à la surdité et, à ce point de vue, ce n'est pas une erreur bien grande de considérer tous les sourds-muets comme formant une seule catégorie. Ceux qui ont parlé parce qu'ils entendaient et qui sont ensuite devenus sourds-muets doivent être une fraction minime de l'ensemble. J'insisterai, par conséquent, sur ce qui, dans le mémoire, concerne la totalité des sourds-

[1] Cette expression usitée n'est pas heureuse, puisque l'audition se manifeste quelque temps après la naissance.

muets plutôt que sur les individus présumés sourds de naissance.

M. Bell a tiré ses informations principalement des rapports de six grands instituts qui ont été fondés, aux États-Unis, de 1817 à 1857. Les autres établissements sont aussi mentionnés, mais ils ont beaucoup moins d'importance, car le nombre total de leurs élèves n'a été que la cinquième ou sixième partie de celui des jeunes sourds-muets. Les documents publiés ont été complétés au moyen d'une correspondance active avec les directeurs et par la lecture des journaux spéciaux sur l'éducation des sourds-muets en Amérique.

En jetant d'abord un coup d'œil sur la liste nominative des élèves dans les grandes institutions, M. Bell a été frappé de la fréquence des mêmes noms de famille et de baptême. Pour les premiers, qui sont plus importants, si l'on néglige des noms très répandus comme Smith ou Brown, il y a des répétitions significatives, par exemple, dans le même établissement : onze Lovejoy, sept Derby, six Mayhew, etc. Dans l'*American Asylum*, du Connecticut, qui a formé plus de deux mille élèves, il s'en est trouvé 43 °/₀ dont le nom paraît au moins trois fois. Dans l'institut de l'Illinois, ce degré de répétition s'est présenté dans la proportion de 23 °/₀, mais il faut dire que le premier de ces établissements remonte à 1817, tandis que l'autre date de 1846; d'où il résulte que les fils ou neveux ont pu figurer plus souvent dans l'un que dans l'autre.

Pour l'ensemble des six grands instituts 29,5, soit près du tiers des élèves avaient des proches, jusqu'au degré de cousin germain, sourds-muets comme eux, et si les informations avaient été plus prolongées cette proportion

se serait trouvée évidemment plus forte. Dans l'*American Asylum* 593 élèves sur 2106, soit 30 %, ont eu au moins un frère ou une sœur sourds-muets constatés, et parmi eux quinze avaient au moins 5 frères ou sœurs et onze six frères ou sœurs sourds-muets. La proportion des proches s'élève à 54,5 %, pour les six grands instituts, quand il s'agit des sourds-muets considérés comme de naissance.

Ces chiffres confirment pleinement ce qu'on savait de l'hérédité et de la fréquence dans certaines familles de l'affection dont il s'agit, hérédité et fréquence qui se voient du reste dans tous les caractères distinctifs, bons ou mauvais, lorsqu'ils ne résultent pas de circonstances accidentelles, comme par exemple une maladie épidémique. On remarque pour les sourds-muets, ce qui a été noté pour beaucoup d'autres affections ou caractères, que l'hérédité saute quelquefois une ou plusieurs générations, et que, par exemple, la transmission se fait d'un aïeul à un petit-fils ou d'une tante ou d'un oncle à des neveux, même de cousin à cousin par l'influence d'ascendants communs. Ces cas d'hérédité latente ou indirecte, bien connus dans les animaux domestiques, prouvent qu'il faut tenir compte non seulement de la santé des individus, mais aussi de celle des familles.

Une conséquence évidente est que les mariages entre sourds-muets doivent être fâcheux pour leurs enfants et petits-enfants. Malheureusement ces mariages sont nombreux aux États-Unis et tendent à augmenter. C'est ce qu'il y a de plus nouveau dans les recherches de M. Bell.

On ne peut connaître d'une manière suffisante le nombre des sourds-muets qui se marient et des sourds-muets qui épousent des sourds-muets que pour les élèves qui

sortent d'établissements anciens, comme l'American Asylum de 1817, et l'établissement de New-York de 1818. Parmi les élèves du premier 30 °/₀ se sont mariés, d'après un rapport de 1877, et parmi ceux du second 16 °/₀ étaient mariés avant le rapport de 1854, ce qui fait présumer un nombre final plus considérable.

Ce qui est bien plus important et plus fâcheux, la proportion des mariages entre sourds-muets *augmente* en Amérique.

D'après l'American Asylum, depuis 60 ans d'expérience, voici les proportions de mariages entre sourds-muets, selon le rapport de 1877 :

Nés avant 1810............	55,0 °/₀
» de 1810 à 1839......	82,9 »
» de 1840 à 1859......	80,8[1] »

Pour l'Institut de New-York fondé en 1818, d'après le rapport de 1854 :

Nés avant 1810............	58,6 °/₀
» de 1810 à 1839......	77,2 »

Pour cinq instituts fondés de 1817 à 1846, d'après des rapports faits de 1844 à 1882, on trouve les proportions :

Nés avant 1810............	55,8 °/₀
» de 1810 à 1839......	80,7 »
» de 1840 à 1859......	84,1 »

[1] Cette légère diminution tient peut-être à ce que le directeur de l'établissement a signalé le danger des unions entre sourds-muets.

Jusqu'en 1883 on connaissait seulement douze individus sourds-muets nés depuis 1860, qui s'étaient mariés et c'était avec onze (!) de leurs pareils et une seule personne entendant. Le chiffre est trop petit pour servir de comparaison exacte, mais il fait présumer que la proportion continue de s'accroître.

M. Bell a réuni des documents analogues sur l'Europe d'après les recensements de Belgique et d'Irlande et les rapports de dix instituts de sourds-muets. Il en résulte que sur 221 élèves mariés, 27 °/₀ avaient épousé des sourds-muets ou muettes. Ces renseignements ne sont pas assez étendus, mais on voit que la différence est bien grande d'avec les faits constatés en Amérique.

Les parents tous deux sourds-muets de naissance sortis de l'American Asylum, ont eu 30 °/₀ d'enfants sourds-muets. Lorsque l'un des parents était sourd de naissance et l'autre entendant, la proportion des enfants sourds a été de 15 °/₀, ce qui est encore beaucoup. Si les enfants sourds-muets issus de parents sourds-muets épousent encore des sourds-muets, le mal augmentera, et une véritable race privée de l'audition se sera formée aux États-Unis. Par bonheur en cherchant les causes de ces mariages de sourds-muets on peut les combattre et dans un pays où il y a tant de zèle pour les bonnes œuvres on le fera certainement.

II. Les causes.

Il n'est pas difficile de connaître les causes de l'accroissement du nombre des sourds-muets en Amérique, plus rapide que celui de la population en général.

M. Bell les énumère avec sagacité. Elles se résument en ce que les sourds-muets sont trop réunis dans de grands établissements et trop séparés des personnes qui entendent, d'où il résulte trop de mariages entre eux.

Nous avons vu que six institutions seulement comprennent l'immense majorité des jeunes sourds-muets américains. En outre, l'ancienne méthode par signes y est conservée le plus ordinairement, tandis qu'en Europe on l'a abandonnée presque partout. Au mois de mai 1883, il a été constaté que seulement 14 °/₀ des sourds-muets américains savaient articuler et comprenaient les maîtres qui leur parlent, 18 °/₀ connaissaient la méthode d'articulation comme une sorte d'accessoire, et 68 °/₀ n'en avaient pas la moindre idée. En Europe, à la même époque, 65 °/₀ des enfants sourds-muets apprenaient l'articulation. Ne sachant communiquer que par signes, les idées qu'on ne peut pas représenter de cette manière échappent aux sourds-muets d'Amérique. Ils ignorent le sens de beaucoup de mots de là langue anglaise et n'ont qu'une littérature très limitée, comme les Chinois et par la même cause. De tout cela il résulte que les sourds-muets américains se voient surtout entre eux, ne comprennent guère les personnes qui entendent, et sont disposés par cela même à se marier entre sourds-muets. On croit leur rendre service en ayant des soirées et des fêtes pour les individus sortis de la même école ou affectés de surdité; on a créé des journaux à leur usage et des ateliers où ils travaillent en commun, mais tout cela les constitue en groupes, et malheureusement en groupes isolés au milieu de la grande population douée de la parole. Se connaissant surtout entre eux, la sélection sexuelle agit dans le sens des unions similaires de

sourds-muets. Ordinairement et pour d'autres caractères les extrêmes s'attirent; par exemple on remarque beaucoup de mariages entre les deux types blond et brun. Ici la facilité de se comprendre, combinée avec l'isolement, produit une sélection dont les conséquences sont déplorables,

M. Bell nous apprend que dans cette race, déjà ébauchée, de sourds-muets parlant par signes, on a proposé quelquefois de créer une colonie spéciale; que des élèves d'une des écoles s'étaient concertés pour s'établir ensemble dans un même district; enfin que, pendant plusieurs années, les sourds-muets ont agité la question de pétitionner le Congrès pour obtenir la concession d'un territoire qui leur serait réservé. De riches sourds-muets offraient d'acheter du terrain pour le céder par parcelles à d'autres sourds-muets sans fortune. Il ne manquait vraiment que cette création pour constituer une race permanente d'infortunés. Heureusement ces projets n'étaient pas faciles à réaliser, et dans une convention générale des sourds-muets de la Nouvelle Angleterre, ils furent décidément repoussés, grâce à quelques directeurs intelligents des écoles. On risque cependant de les voir renaître si le mémoire de M. Bell n'éclaire pas suffisamment le public américain.

III. Correctifs.

Les causes étant connues, il est aisé de voir comment on pourrait diminuer leurs mauvaises conséquences. M. Bell recommande les moyens suivants qui tendent à disperser les sourds-muets, sans oublier leur instruction.

1° Avoir beaucoup de petites écoles au lieu de quelques

grandes institutions[1]. Dans ce système, on serait obligé, pour éviter les frais, de laisser les enfants dans leurs familles, et de les appeler seulement à certaines heures dans une salle de l'école commune, où ils recevraient l'instruction spéciale nécessaire. On pourrait réunir les sourds-muets aux autres écoliers dans certaines leçons, par exemple d'écriture, de dessin, de couture et même d'arithmétique au tableau. De cette manière les sourds-muets communiqueraient journellement avec leurs parents ou camarades doués de la parole. Leur isolement diminuerait et leurs idées s'élargiraient.

Je me permettrai d'ajouter que dans les grandes villes on pourrait avoir des écoles distinctes pour les filles et les garçons, ce qui diminuerait la probabilité de mariages ultérieurs entre eux. On éviterait ainsi le mélange des deux sexes très ordinaire en Amérique, mélange qui existe probablement pour beaucoup de leçons dans les instituts actuels de sourds-muets, quoique l'auteur du mémoire ne parle que des réunions à l'église et dans des soirées.

2° Adopter exclusivement la méthode d'articulation. Elle est difficile, mais elle met les élèves en rapports réels et presque complets avec les autres hommes. Elle développe chez eux l'esprit d'observation et la sagacité. Elle leur permet de tout comprendre de ce qu'on dit et écrit dans le monde. Elle prévient aussi les antipathies et les défiances causées dans le public par le silence et les gestes bizarres des sourds-muets qui se servent de signes.

[1] La Suisse est bien partagée sous ce rapport. Elle a onze écoles pour moins de trois millions d'habitants; les États-Unis une par million. Espérons que personne ne proposera chez nous une école centrale et fédérale.

Tout en appuyant l'idée du savant américain, nous ferons ici une remarque dont il ne fait pas mention, c'est que la langue anglaise est la moins favorable de toutes à la méthode d'élocution. C'est de nos principales langues européennes celle où l'on articule le moins, et où le mouvement des lèvres est le plus souvent remplacé par une accentuation ou intonation qu'on entend sans qu'il y ait aucun effet visible. C'est aussi la langue où les voyelles sont le moins claires, et le moins articulées. Elle a beaucoup de sons intermédiaires entre a et e, entre o et eu, etc. L'anglais exige très peu d'ouvrir la bouche et de remuer les lèvres. C'est l'opposé de l'italien. Nous avons en français quelques mots impossibles à voir sur les lèvres, comme *de*, *crac*, mais ils sont rares, et nous ne possédons ni le th anglais qui se prononce par la langue contre les dents, ni l'aspiration des h qui se fait dans l'arrière-bouche. J'ai eu l'avantage de connaître un sourd-muet d'infiniment d'esprit, d'une grande sagacité et de beaucoup d'instruction qui savait lire sur les lèvres du premier venu en français et en allemand [1]. On citait de lui des tours de force, comme de saisir dans une glace et à distance les paroles de quelqu'un qui lui tournait le dos. Lorsqu'on parlait à voix basse, il comprenait, aussi les dames avaient-elles une certaine peur, quand il entrait dans un salon. Je sais l'anglais, me disait-il, mais pour que je puisse le comprendre il faudrait qu'on me montrât l'intérieur du gosier! Ces difficultés retarderont probablement l'introduction de la méthode d'élocution en Amérique, et exigeront peut-être de conserver des

[1] Le baron de Gingins-Lassaraz, auteur de publications intéressantes sur la botanique et sur l'histoire.

signes comme supplément à l'articulation, mais ce ne sont pas des difficultés insurmontables.

3° Répandre des notions exactes sur le danger des mariages entre sourds-muets et même entre les familles qui ont ou ont eu des sourds-muets. Sans doute la prudence est mise de côté quand la passion s'empare de jeunes têtes. Mais la passion sévit moins facilement lorsqu'on a appris à se défier. Les parents, d'ailleurs, sous l'influence d'une crainte, éloigneraient les occasions de rapprochements qui peuvent conduire à des mariages dangereux.

Tels sont les moyens préventifs indiqués par M. Bell. Ils se rapportent aux unions de sourds-muets. Mais, à un point de vue plus général, on se demande si une meilleure hygiène des nouveau-nés n'aurait pas l'avantage de diminuer le nombre total des sourds comme celui des aveugles. Les personnes appelées à soigner les enfants et les hommes de l'art qui leur donnent des conseils ne consultent peut-être pas assez les indications fournies par la simple observation des faits. Ne voyons-nous pas tous les jeunes animaux se serrer contre leur mère ou se cacher sous leurs ailes à moins qu'ils ne rentrent dans une poche comme les marsupiaux. C'est que la transition d'un milieu à température élevée et constante au froid et aux variations de l'air atmosphérique est une crise violente pour les nouveau-nés. Excepté le baptême par immersion usité en Russie il n'y en a pas de plus dangereuse. Elle entraîne souvent la mort et souvent aussi des catarrhes, cause de cécité ou de surdité. Si ces terribles affections étaient réduites aux cas de défauts organiques et d'accidents qui peuvent survenir à tout âge elles seraient certainement moins fré-

quentes. Les descendants même des individus épargnés en profiteraient, car les maux acquis se transmettent quelquefois et le défaut d'usage des yeux ou des oreilles pendant une génération doit affaiblir la suivante sous le rapport de la vue et de l'ouïe.

M. Bell a cherché si l'on pourrait introduire des mesures légales contre les unions de sourds-muets. Il n'en a pas trouvé de satisfaisantes. Par exemple, dit-il, défendre les mariages entre sourds-muets serait amener des unions illégitimes, si l'on continue de favoriser les rapports de société entre jeunes gens des deux sexes sortis d'une même école. Prohiber le mariage au moins entre les sourds-muets de naissance serait efficace, mais comment s'assurer exactement de l'origine de l'infirmité ?

L'auteur ne mentionne pas l'idée souvent recommandée indépendamment des sourds-muets, de défendre les unions entre cousins germains. Ce serait s'opposer à la propagation de beaucoup de maladies héréditaires, comme la folie, la phtisie, les scrofules, etc., et il serait plus naturel de s'opposer à ces unions consanguines qu'à celles de beaux-frères et belles-sœurs qui appartiennent à des familles différentes. Je sais qu'on a contesté l'inconvénient des mariages entre cousins germains. Cependant on est arrivé, ce me semble, à une conclusion bien fondée, qui explique à la fois les résultats tantôt favorables et tantôt défavorables de ces unions.

Lorsqu'une famille jouit, depuis plusieurs générations, d'une santé excellente, les mariages consanguins ne font que propager cette heureuse condition. Chacun a pu en voir des exemples, bien qu'ils soient rares, et les auteurs en ont trouvé de plus frappants dans quelques îles ou districts de pays très sains dont la population est à son

aise. En général cependant chaque famille présente des côtés faibles sous le rapport physique, moral ou intellectuel, ce qui entraîne de mauvaises chances en cas de mariages consanguins. La disproportion de nombre est immense entre les familles absolument bien portantes et les autres, ce qui permet de dire que dans la très grande majorité des cas les unions consanguines sont dangereuses.

Reste à savoir jusqu'à quel degré l'opinion publique permettrait l'extension des empêchements au mariage. L'Église catholique a admis l'interdiction des mariages de cousins. Ce serait un exemple, si la facilité des dispenses ne détruisait l'effet pratique du système, auquel d'ailleurs se soustraient beaucoup de non-croyants. Les idées d'indépendance personnelle s'opposent aux restrictions, mais peut-être à un degré moins sensible aux États-Unis qu'en Europe. Nous voyons en effet les Américains fermer les yeux sur la liberté personnelle, quand il s'agit des Chinois, des buveurs d'eau-de-vie ou des Mormons, tandis que les Anglais et les Hollandais ne s'inquiètent dans leurs colonies ni des célestes, ni des ivrognes, ni des millions de sujets polygames. A vrai dire les démocraties aiment l'uniformité et la poursuivent quelquefois à tout prix. Il faut seulement qu'elles remarquent les exceptions et qu'elles en soient choquées. C'est ce qui n'est pas encore arrivé pour les idiots et les sourds-muets en Amérique, excepté dans l'État de New-Hampshire où leur nombre extraordinaire a fait proposer des mesures législatives contre les mariages consanguins [1]. Les observations et

[1] Le grand et remarquable ouvrage du Dr Baxter sur l'examen sanitaire d'un million d'hommes appelés au service lors de la guerre

réflexions du savant physicien de Washington tendent à prévenir un grand mal. Il faut convenir aussi qu'elles ont un intérêt scientifique, en venant à l'appui de tout ce qu'on découvre sur les effets irréguliers, mais certains, de l'hérédité.

de la sécession (*Statistics medical and anthropological*, etc., 2 vol. in-4°, 1875), expose (vol. I, p. 186) que dans le New-Hampshire la proportion des individus exemptés pour imbécillité était si forte qu'on dut en chercher les causes. L'une d'elles parut être la fréquence d'unions consanguines. Dans une localité où elles sont particulièrement communes, il y avait souvent deux ou trois enfants faibles, idiots ou mal conformés dans une famille. A l'examen des recrues le chirurgien put constater que, dans la plupart des cas, les individus réformés étaient fils de cousins germains nés également de cousins germains. Les exemples étaient si nombreux et si effrayants qu'on proposa une loi pour prohiber les unions à ce degré de parenté ; l'ouvrage ne dit pas si la proposition fut votée.

SUR LA

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE

DU FER

PAR

M. August KUNDT [1]
Professeur à l'Université de Strasbourg.

(DEUXIÈME NOTE [2])

Variations de la polarisation avec l'intensité du champ magnétique.

Dans mon premier travail sur la polarisation rotatoire magnétique de la lumière dans le fer, le cobalt et le nickel j'ai montré que ces métaux possèdent un pouvoir rotatoire positif, et que ce pouvoir est extraordinairement grand, comparé à celui que présentent d'autres substances magnétiques ou diamagnétiques. En terminant j'avais abordé certaines questions spéciales relatives à ce même

[1] Communication faite à l'Académie de Berlin, classe de physique et de mathématiques, dans sa séance du 12 novembre 1885.

[2] Pour la première note, voyez *Archives des sciences phys. et nat.*, 1884, t. XII, p. 538.

sujet. La plus importante de ces questions était celle de savoir comment la rotation varie avec l'intensité de la force magnétique. Dans le cas d'une substance diamagnétique ou faiblement magnétique on admet que la polarisation rotatoire magnétique dans un champ magnétique homogène, pour une longueur d'onde et une épaisseur données, est proportionnelle à la composante de la force magnétique dans la direction des rayons lumineux, ou proportionnelle à l'intensité du champ magnétique, lorsque la direction des rayons coïncide avec celle des lignes de force magnétiques. La rotation produite par l'unité de longueur d'une substance dans un champ magnétique d'intensité absolue égale à 1 dans lequel la direction des lignes de force coïncide avec celle des rayons est la constante de rotation de cette substance, appelée aussi *constante de Verdet.* Il résulte des données expérimentales réunies jusqu'ici que le magnétisme induit dans un milieu diamagnétique ou faiblement magnétique est, comme la rotation elle-même, proportionnel aux forces magnétiques, d'où il suit, que pour ces corps, la rotation produite par chaque élément de chemin parcouru est proportionnelle à la composante du moment magnétique prise en ce point dans la direction du rayon.

Mais pour le fer, le cobalt et le nickel le magnétisme induit n'est pas proportionnel à la force magnétique. Il croît du moins pour le fer d'abord plus vite qu'elle, puis plus lentement; jusqu'à ce qu'il ait atteint enfin pour une certaine intensité de la force magnétique excitatrice, une valeur maxima, qui reste constante, quoique la force excitatrice continue à augmenter.

Il s'agit donc de savoir si la rotation dans le fer est proportionnelle au degré d'aimantation du fer, ou à la

force magnétique excitatrice qui le produit. Comme l'on pouvait s'y attendre, les expériences n'ont pas tardé à montrer que la rotation ne variait pas proportionnellement à la force magnétisante, mais que par l'augmentation graduelle de cette force elle finissait par atteindre une valeur limite qu'elle ne dépassait plus. La constante de Verdet perd donc sa signification pour le fer. On ne peut pas non plus, comme je l'ai fait dans ma première notice, parler d'une rotation spécifique du fer, si l'on entend par là un rapport constant pour toutes les forces magnétiques entre la rotation du fer et celle d'une autre substance telle que l'eau ou le sulfure de carbone.

L'existence d'un maximum de la rotation produite par une couche de fer nous amène en revanche à introduire une autre constante. Si en effet les expériences montrent que pour des couches de fer d'épaisseurs différentes la valeur maxima de la rotation est proportionnelle à l'épaisseur de la couche traversée, le rapport de la rotation maxima à cette épaisseur, c'est-à-dire la rotation maxima correspondant à l'unité de longueur, devra être considéré comme une donnée caractéristique des propriétés magnéto-optiques du fer. On verra dans la suite dans quelle mesure les expériences permettent jusqu'ici d'admettre cette proportionnalité entre l'épaisseur de fer traversée par le rayon et la rotation produite. Outre cela il me parut important de rechercher suivant quelle loi la rotation dans le fer tend à son maximum à mesure que croît l'intensité du champ magnétique, et à quel degré d'intensité du champ magnétique ce maximum est atteint. Je n'ai pu jusqu'ici faire de recherches développées que sur le fer. D'une manière générale le nickel et le cobalt se comportent comme le fer. Pour bien établir cependant les diffé-

rences qui existent entre eux, il faudrait faire de nouvelles et plus amples expériences; mais celles-ci exigeant la lumière du soleil devront être remises à la saison d'été.

Comme suite à ma première notice je donnerai ici les résultats que j'ai pu obtenir pour le fer et je les ferai suivre de quelques remarques sur le pouvoir rotatoire négatif des solutions de sels magnétiques.

Disposition des expériences.

Comme cela a été indiqué dans ma première note, les couches de fer ont été obtenues par dépôt galvanoplastique sur du verre transparent préalablement platiné. Le verre employé m'a été fourni par M. Lohmann de Berlin qui a platiné pour moi de grandes feuilles de verre tout à fait mince comme celui qu'on emploie pour les plaques de recouvrement des préparations microscopiques. En l'absence de couche de fer ce verre mince platiné ne donnait qu'une rotation de 20 ou 30 minutes dans les champs magnétiques les plus forts que j'aie réalisés. J'ai employé ici comme dans mes précédentes expériences un électro-aimant de Ruhmkorff du modèle ordinaire. Il était actionné par le courant d'une machine de Gramme. On faisait varier à volonté l'intensité de ce courant en intercalant des résistances différentes. Le champ compris entre les deux pôles coniques de l'électro-aimant ne peut absolument pas être considéré comme homogène dans toute son étendue; mais, dans le petit espace compris entre les deux ouvertures circulaires des pôles l'intensité du champ est très sensiblement uniforme, et c'est sur ce petit espace que l'on opère uniquement.

Pour estimer l'intensité du champ magnétique, on mesurait chaque fois la rotation produite par elle dans un morceau de verre déterminé. Le pouvoir rotatoire de ce morceau de verre ayant été comparé une fois pour toutes avec le pouvoir rotatoire de l'eau ou du sulfure de carbone, on en déduisait avec l'aide de la constante de Verdet pour ces milieux la mesure absolue de l'intensité du champ magnétique pour chaque cas.

Le morceau de verre de comparaison et le miroir de fer sur lequel on opérait étaient fixés, l'un au-dessus de l'autre, à un support placé sous les pôles et permettant l'ajustement des deux lames en tous sens. A l'aide d'une disposition très simple on pouvait amener entre les pôles de l'aimant, tantôt la plaque de verre, tantôt le miroir de fer. La disposition était prise pour que, dans une même série, le miroir de fer revînt toujours occuper exactement la même position entre les deux pôles. Cette précaution est absolument nécessaire, parce que l'épaisseur des couches de fer des miroirs est assez variable dans leurs différentes parties. Il va de soi que la rotation du verre platiné, non encore enduit de fer, était préalablement mesurée et déduite de celle que donnait le miroir de fer, pour obtenir la rotation du fer seul.

Comme source de lumière j'ai employé la lumière solaire qui avant son passage dans le nicol polariseur traversait un verre rouge. La réfraction moyenne des radiations transmises par ce verre rouge correspondait assez exactement à la raie de Frauenhofer C.

Les données qui ont servi à déterminer l'intensité du champ magnétique en mesure absolue sont les suivantes : La plaque de verre de comparaison avait une épaisseur de $0^{cm},3651$. Le rapport des rotations produites par cette

plaque et par une couche d'eau d'égale épaisseur était égal à 1,240. Si l'on prend avec M. Arons comme constante de Verdet pour l'eau et la lumière de la soude 0,01295 minutes et si l'on admet avec Verdet que la rotation de l'eau pour la raie C est les 0,8 de ce qu'elle est pour D, on en déduit comme valeur de la constante de Verdet pour le verre employé et pour la lumière rouge 0',01285.

Je mesurais toujours le double de la rotation en faisant changer le courant de sens. Ainsi donc pour la lame de verre de $0^{cm},3651$ d'épaisseur un degré de la double rotation obtenue par changement de sens du courant, correspond à un champ d'une intensité 6391 ou en chiffre rond 6400 $cm^{-\frac{1}{2}} gr^{\frac{1}{2}} sec^{-1}$. C'est à l'aide de ce chiffre que j'ai déduit des rotations données par la plaque de verre de comparaison les intensités absolues du champ magnétique.

Observations.

Le tableau qui suit contient les observations faites avec trois miroirs de fer différents.

Je remarque à propos de ce tableau que la rotation maxima du miroir N° III n'est pas la plus grande que j'aie observée. Lorsque la lumière solaire était très vive, elle passait encore en quantité suffisante à travers des couches de fer d'une épaisseur telle que la rotation maxima atteignait 12° environ.

Tableau I.

Relation entre la polarisation rotatoire du fer et l'intensité du champ magnétique.

	Rotation dans le verre (en degrés).	Intensité du champ magnétique dimension : $cm^{-1/2} gr^{1/2} sec^{-1}$	Rotation dans le fer (en degrés).
Miroir n° I.	0°,69	4420	1°,72
	1,26	8060	3,47
	2,20	14100	4,41
	2,89	18500	4,45
	4,71	30100	4,36
Miroir n° II.	0°,64	4100	2°,40
	1,06	6780	4,15
	2,99	19100	7,38
	3,22	20600	7,54
	4,46	28500	7,48
Miroir n° III.	0°,72	4610	3°,58
	1,47	9410	6,34
	2,18	14000	8,82
	2,85	18200	9,67
	4,56	29200	9,71

Rotation maxima de l'unité de longueur.

J'ai pour six miroirs estimé au moyen de pesées l'épaisseur de la couche galvanoplastique de fer, pour en déduire la rotation maxima correspondant à l'unité de longueur de la couche traversée. On ne peut pas compter obtenir cette valeur d'une manière très exacte, car, quelque soin qu'on ait apporté à ces pesées avec deux balances différentes, il reste toujours une certaine incertitude dans l'estimation de si petites différences de poids. Le poids de ces couches de fer mesurant 6 à 10 cm².

ne variait en effet qu'entre 0,275 et 1,35^{mg}. De plus les dépôts galvanoplastiques ne présentent que très rarement une épaisseur uniforme dans toutes leurs parties. Les pesées ne donnent donc que l'épaisseur moyenne des couches et pas l'épaisseur précise de la portion traversée par les rayons. Pour réduire au moins un peu l'erreur résultant de cette cause d'incertitude, erreur qui peut être assez considérable, la rotation maxima a été pour la plupart des miroirs mesurée en différents points de leur surface et l'on a pris la moyenne des différentes valeurs ainsi obtenues. La seconde colonne du tableau II qui suit, contient ces moyennes, la première donne les épaisseurs déduites des pesées et la troisième donne les rapports des chiffres de la première à ceux de la seconde colonne.

Tableau II.

Rotation maxima produite par le passage de la lumière au travers du fer.

Épaisseur de la couche de fer (en centimètres).	Rotation maxima observée (en degrés).	Rotation maxima correspondant à un centimètre d'épaisseur (en degrés).
0,00000419	1°,66	396000°
0,00000592	2,00	338000
0,00000759	3,20	422000
0,00001025	4,97	485000
0,00001148	5,38	467000
0,00002123	8,51	401000
		Moy. 418000

Par suite des causes d'incertitude indiquées ci-dessus les valeurs ainsi obtenues pour la rotation correspondant à l'unité de longueur présentent entre elles des écarts assez considérables. Il ne semble pas cependant qu'elles

dépendent de l'épaisseur de la couche traversée et l'on peut en tout cas, comme première approximation, admettre que la rotation maxima est proportionnelle à l'épaisseur de cette couche. La moyenne des valeurs de la troisième colonne est 418,000°.

Ainsi donc la rotation simple produite par une couche de fer d'un centimètre d'épaisseur amenée à son maximum d'aimantation est en chiffres ronds de

200,000°

En d'autres termes la rotation maxima pour $0^{mm},01$ exprimée en arc est un peu plus grande que π.

Ce maximum de la rotation est atteint comme le montrent les chiffres du tableau I dans un champ magnétique de 20000 $cm^{-\frac{1}{2}} gr^{\frac{1}{2}} sec^{-1}$. L'accroissement de l'intensité du champ au delà de cette valeur ne produit qu'une augmentation insensible de la rotation.

Il eût été important de déterminer non seulement la rotation, mais encore le moment magnétique de la couche de fer comme fonction de l'intensité du champ, pour reconnaître si réellement la rotation est proportionnelle au degré d'aimantation et dans quelle mesure. Je n'ai point pu trouver jusqu'à présent de méthode simple pour déterminer le magnétisme de la couche de fer dans la position qu'elle occupe entre les pôles de l'aimant pour l'observation de la rotation. Si l'on suspend les petits miroirs entre les deux pôles, de telle sorte que leur longueur coïncide avec les lignes de force magnétiques et par conséquent que la normale à la surface du miroir soit perpendiculaire aux lignes de force, la détermination du moment magnétique n'est pas difficile. Des expériences

qui s'exécutent dans mon laboratoire montrent que dans ce cas, le maximum du moment magnétique se produit déjà dans un champ mesurant 2000 environ. Mais de l'aimantation des miroirs dans la position axiale, dans laquelle ils sont aimantés longitudinalement, on ne peut rien conclure relativement à celle qui se produit, lorsque les miroirs se trouvent dans la position équatoriale et sont par conséquent aimantés transversalement, comme cela a lieu pour l'observation de la rotation.

On sait de plus que le magnétisme du fer croît, en commençant, plus rapidement que les forces magnétiques. On ne peut pas conclure d'une manière certaine des observations que nous possédons, si la même loi s'applique aux rotations. Si l'on trace la courbe des valeurs fournies par les observations sur les miroirs I et II, il semble qu'il se produise un point d'inflexion dans la branche ascendante de cette courbe. Mais il faudrait de nouvelles expériences pour établir d'une manière certaine l'existence de ce point d'inflexion.

Réflexion de la lumière.

Dans le cas de la réflexion normale de la lumière par un miroir de fer aimanté la rotation n'est pas davantage proportionnelle à l'intensité des forces magnétiques, mais tend aussi à une valeur maxima, lorsque celles-ci s'accroissent. Je donne ci-dessous une série d'observations exécutées sur le miroir désigné ci-dessus sous le N° III. Les observations ont été faites suivant le procédé décrit dans ma première note, seulement au lieu de la plaque de verre inclinée à 45° j'ai employé un miroir métallique percé, comme je l'avais du reste déjà indiqué alors. L'in-

tensité du champ était déterminée comme ci-dessus par la mesure de la rotation qu'il produit dans la plaque de verre.

Tableau III.

Relation entre la rotation et l'intensité du champ magnétique dans le cas de la réflexion de la lumière par le fer.

Miroir n° III.		Rotation par réflexion sur le fer.
Rotation par le passage dans le verre.	Intensité du champ magnétique.	
0°,78	4990	—0°,27
1,68	10800	—0,55
2,59	16600	—0,62
3,10	19800	—0,66
4,73	30300	—0,67

On voit que la rotation par réflexion atteint aussi sa valeur maxima pour un champ d'environ 20000.

J'ai encore exécuté sur la rotation par réflexion un grand nombre d'expériences sur lesquelles je ne veux pas insister ici. Je veux seulement relever le fait que la valeur maxima de la rotation par réflexion normale dépend dans une certaine mesure de l'épaisseur de la couche de fer, puis aussi à un très haut degré de l'état de la surface.

Les miroirs sont fréquemment recouverts d'une très mince couche d'oxyde. Cette couche, qui est sans grande influence sur la lumière transmise, est susceptible de modifier notablement la rotation par réflexion. Je m'en suis assuré directement en produisant par échauffement une couche de cette nature sur du fer, du cobalt ou du nickel. On obtient facilement la teinte voulue de recuit. Des miroirs ainsi teintés présentent les effets les plus variés à la réflexion normale lorsqu'ils sont aimantés.

Tantôt il se produit une très forte rotation du plan de polarisation; tantôt la lumière présente une polarisation elliptique très marquée, de telle sorte qu'en tournant le nicol analyseur on n'observe que de faibles différences d'éclat. Lorsque par échauffement la couche de fer a été transformée en oxyde dans toute son épaisseur on n'observe plus aucune rotation.

Cette propriété compliquée des miroirs oxydés à leur surface s'explique de la manière suivante. La couche d'oxyde qui recouvre le métal est transparente et ne fait pas tourner d'une manière sensible le plan de polarisation de la lumière. Une portion de la lumière normale incidente est réfléchie à la surface extérieure de la couche d'oxyde, le reste est réfléchi à la surface de séparation de l'oxyde et du métal. Cette seconde réflexion produit la rotation du plan de polarisation. Les deux portions du faisceau réfléchi interfèrent ensemble. L'état vibratoire qui résulte de cette interférence dépend, d'une part, de la différence de marche imprimée aux deux portions du faisceau réfléchi par la couche d'oxyde, d'autre part de la rotation que le plan de polarisation de la seconde des deux portions a subie par la réflexion sur la surface métallique. Il est facile de comprendre que, même avec une faible polarisation rotatoire magnétique et des différences de marche choisies à volonté, le faisceau réfléchi interférant peut prendre des états vibratoires très différents. Pour pouvoir tirer des conclusions générales d'expériences sur la rotation produite par la réflexion de la lumière sur des miroirs de fer électrolytique, il est donc indispensable de s'entourer des plus grandes précautions, car les plus minces couches d'oxyde peuvent altérer considérablement les résultats.

Remarque sur la rotation négative des dissolutions de sels magnétiques.

Lorsque Verdet eut démontré que des dissolutions concentrées de chlorure de fer donnent une rotation négative, c'est-à-dire de sens inverse à celle que donnerait une substance diamagnétique dans le champ magnétique, et qu'un certain nombre de sels de métaux magnétiques diminue la rotation positive du dissolvant, il sembla qu'il y avait là au point de vue de la rotation électro-magnétique un caractère distinctif entre substances magnétiques et diamagnétiques, lequel pouvait avoir une grande importance au point de vue de la théorie du magnétisme et du diamagnétisme. Dans son *Traité d'électricité et de magnétisme*, Maxwell, après avoir mentionné la rotation négative du chlorure de fer, s'exprime ainsi sur ce sujet: « Ceci « montre que la différence entre les substances magné- « tiques et diamagnétiques ne provient pas simplement « de ce que la perméabilité magnétique est, dans le « premier cas plus grande, et dans le second moindre « que celle de l'air, mais de ce que les propriétés des « deux classes de corps sont en réalité opposées [1]. »

Il ajoute aussitôt, il est vrai, que toutes les substances magnétiques ne produisent pas une rotation négative, ni toutes les substances diamagnétiques une rotation posi-

[1] This shows that the difference between ferromagnetic and diamagnetic substances does not arise merely from the magnetic permeability being in the first case greater and in the second less than that of air, but that the properties of the two classes of bodies are really opposite (Maxwell, *Electricity and Magnetism*. Second Edition, vol. II, p. 412).

tive ; le chromate neutre de potasse, par exemple, qui est diamagnétique, donne une rotation négative.

La conclusion ci-dessus de Maxwell et tous les efforts tentés pour expliquer la rotation négative d'un certain nombre de sels de métaux magnétiques par la rotation négative des atomes métalliques qu'ils contiennent, sont déjoués par le fait, maintenant prouvé, que le fer, le cobalt et le nickel donnent eux-mêmes une rotation positive. L'opposition sur ce point entre les propriétés du fer et celles de ses sels n'en est que plus surprenante.

J'aimerais donc à ce propos attirer ici l'attention sur un fait qui pourra peut-être servir plus tard de point de départ à une explication de la rotation électro-magnétique des sels.

Tous les corps simples étudiés jusqu'ici, qu'ils soient fortement magnétiques ou fortement diamagnétiques, présentent une rotation électromagnétique positive ; la rotation négative ne se retrouve que chez des corps composés.

En fait d'éléments pour lesquels on a constaté la rotation positive, je puis produire ici les onze suivants : *Fe*, *Co*, *Ni*, *Br*, *Se*, *S*, *P*, *C* (Diamant), *O*, *N*, *H*. Cette série contient les corps les plus magnétiques et les plus diamagnétiques, comme le soufre et le sélénium. Pour les autres éléments le sens de la rotation n'a pas été déterminé et pour la plupart d'entre eux il pourra difficilement l'être par voie expérimentale, car ils sont très opaques et n'ont probablement qu'un faible pouvoir rotatoire. D'autre part, la rotation négative ne s'observe que dans les combinaisons contenant des atomes d'éléments très magnétiques, comme les sels de fer, etc. Il est donc permis de présumer que ces atomes sont la cause déterminante de la rotation négative. Mais tant que nous n'avons pas de notions sur

l'action exercée par une force magnétique sur les atomes isolés d'une molécule, et sur l'action magnétique que les atomes d'une même molécule exercent les uns sur les autres, nous ne pouvons pas émettre de théorie certaine sur la relation qui peut exister entre la polarisation rotatoire et la composition des corps. En terminant je veux encore remarquer que, d'après des expériences exécutées dans mon laboratoire par M. Stscheglajeff, la rotation des sels de chlorure de fer n'est pas non plus proportionnelle à l'intensité du champ magnétique. Les expériences que je fais entreprendre maintenant sur des dissolutions d'autres sels magnétiques semblent conduire au même résultat.

COUP D'ŒIL

SUR LES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU MEXIQUE DE 1877 A 1885

PAR

M. Paul CHAIX

Communiqué à la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, dans sa séance du 17 décembre 1885.

Les premières observations météorologiques se sont faites à Mexico, et la Puebla eut, bientôt après la capitale, deux observatoires, celui du Collège de l'État et celui de l'école des Jésuites, appelé *Collegio Catolico*. Des stations auxiliaires, au nombre de 26, ont, dès 1881, fourni des observations régulièrement publiées dans la *Revista mensual* et dans le *Boletin*, indépendamment d'une centaine de stations secondaires répandues sur un tiers (630,000 kil. car.) du territoire mexicain, qui enregistrent mensuellement le nombre des jours de pluie, de neige, les vents, l'état du ciel. Les coordonnées géographiques sont déterminées pour les principales seulement, et nous empruntons à une liste de 74 positions l'altitude de Mexico (2282 m.), Guanaxuato (2083), Perote (2380), Zacatecas (2496), Aguas Calientes (1861) et Toluca (2625).

Les résultats des observations doivent être groupés

d'après la configuration et l'orientation du sol, conformément à la division connue du territoire en deux zones maritimes nommées *tierras calientes* (terres chaudes), les *tierras frias* ou terres froides du plateau et l'étroite zone déclive et intermédiaire des *tierras templadas* (tempérées). Au centre du plateau s'élève, comme un donjon enfermé de sommets neigeux, la *Valle de Mexico* qui le domine avec la pointe de *Teotihuacan* d'illustration mythologique.

Les variations barométriques sont peu considérables. Au *Collège catholique* de la Puebla la moyenne s'est tenue à $594^{mm},6$, entre un maximum de 599 et un minimum de 589 mm. L'influence des saisons est si restreinte que 594.5 représente les moyennes d'été et d'hiver, et 594.7 celle du printemps et de l'automne.

C'est dans la distribution de la chaleur que s'accuse davantage le groupement des stations météorologiques. Les écarts de température sont moindres dans les stations chaudes et surtout au Yucatan que nous ne les trouverons sur les plateaux. A la Vera Cruz, sous l'influence des vents du nord et du nord-est, qui succèdent aux pluies tropicales, on compte, au mois d'octobre, 14 jours sereins et 11 couverts ; au mois de décembre 20 sereins et chauds, et seulement 9 couverts ; en mars, sous l'influence du vent du nord, 21 jours sereins et 10 couverts. Sur les stations de la côte occidentale les mois de décembre, janvier, février et mars ont une majorité de jours sereins et froids.

La plus haute température observée à Mexico (2282 m.) a été 29° ; la plus basse — 2°, et la moyenne 16°,3, moyenne qui, décomposée en saisons, donne 14° à l'hiver, 18°,8 au printemps, 18°,4 à l'été et 15°,4 à l'automne. Ces moyennes, à peu près identiques du printemps et de l'été, ne sont pas un fait isolé ; en 1881, par exemple, le maximum obtenu en avril s'est à peine soutenu pendant

les mois de mai et de juin, l'arrivée des pluies abondantes abaissant la température des mois d'été. Quoique le soleil se lève 17 minutes plus tôt en avril qu'en mars, la température ne s'élève qu'à partir de 6 heures du matin, mais le mouvement ascensionnel se prolonge plus tard, au lieu de s'arrêter à midi.

Si nous examinons deux stations de la région tempérée, situées à une hauteur intermédiaire entre les côtes et le plateau, Oaxaca, à 1546 m. et Acapantzingo à 1510 m., nous y trouvons des oscillations plus restreintes, dès le mois d'avril des nuits tempérées et des après-midi brûlantes. Le jour le plus froid d'Acapantzingo est encore plus chaud que la plus haute température éprouvée dans le même mois à Mexico.

La Puebla, située à la même hauteur que Mexico, mais en dehors du cercle formidable des montagnes qui enserrent la *Valle de Mexico*, a des oscillations de température encore plus fortes, des après-midi brûlantes en avril avec des matinées froides. Il est singulier que la température, étant arrivée à un degré si élevé en avril, ce n'est qu'en juin 1881 que le *Bulletin météorologique* signale la naissance du gazon, « le tapis de verdure dont s'enveloppe la campagne, l'arrivée à maturité des grenades et des raisins, puis seulement en juillet la floraison du maïs. »

Les bulletins accusent la rigueur des hivers dans les stations du plateau, 22 jours de gel sur la colline de Teotihuacan, fameuse dans la mythologie des Toltèques, autant à Tlaxcala, 23 à Durango, 25 à Toluca et enfin 84 dans quatre mois consécutifs à Cuautitlan. Le 26 janvier 1880, les fontaines furent gelées à Guadalajara. Si le ciel du plateau est parfois rigoureux, il est encore plus souvent assombri. L'observatoire de la Puebla enregistre 320

jours couverts et seulement 36 sereins dans les moyennes annuelles; celui de Mexico 96 couverts et 102 sereins. Dans la plupart des stations du plateau le mois de décembre amène, avec les vents de l'Est et du Nord-Est une grande majorité de jours sereins, mais froids. Les nuages arrivent en mars avec les vents du Nord-Ouest. Pour la côte du Pacifique le vent souffle en permanence de l'Ouest.

La température du sol, à la profondeur de $0^{m},85$, à Mexico, Leon et à la Puebla suit, à un mois d'intervalle, les oscillations de celle de l'air. Les minima ont lieu en février, et le maximum se maintient pendant les mois de juillet et d'août.

C'est par la distribution et l'abondance des pluies que s'accentue la nature tropicale d'un climat. Le nombre des jours d'orage accompagné de tonnerre (relampagos) est même comme au Soudan, supérieur à celui des jours de pluie, variant, à Mexico, entre 111 et 164, tandis que le nombre des jours de pluie oscille entre 102 et 159.

Dans les six mois (16 nov. au 15 mai) de la saison sèche la précipitation totale, à la Puebla, ne dépassa pas 38^{mm}, succédant à une année où il en était tombé 155^{mm} pendant la même période. La moyenne est de 85^{mm} pendant la saison sèche et de 1100 pendant la saison pluvieuse. En septembre 1880, on recueillit 428^{mm} au Collège catholique et 196 au Collège de l'Etat. — Le nombre des jours pluvieux est, dans l'année, de 138, répartis entre 4 pour l'hiver, 41 au printemps, 72 en été, 21 en automne. A Mexico même le nombre des jours de pluie (127) n'en diffère guère; mais protégée par une barrière de hautes montagnes, la capitale ne reçoit annuellement que 597^{mm} d'eau, avec des variations annuelles du simple au double.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

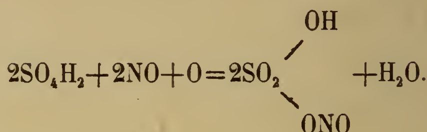
G. Lunge. De l'existence de l'anhydride azoteux a l'état gazeux. (*Berichte*, XVIII, p. 1376. Zurich.)

Lunge discute les travaux qui ont été publiés au sujet de l'existence de l'anhydride azoteux, soit à l'état liquide, soit à l'état gazeux, par Ramsay et Cundall, Armstrong, etc., et maintient son dire, que ce corps, tout en se dissociant partiellement par l'évaporation, existe cependant à l'état gazeux.

G. Lunge. Réactions de l'oxygène sur le bioxyde d'azote et solubilité du bioxyde d'azote dans l'acide sulfurique. (*Berichte*, XVIII, p. 1384 et 1391. Zurich.)

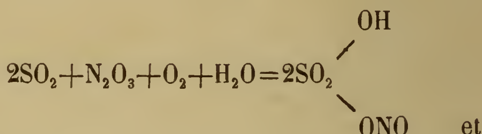
Diverses expériences ont amené Lunge à conclure que, 1° à l'état sec le bioxyde d'azote et l'oxygène en excès donnent naissance presque exclusivement à du peroxyde d'azote N_2O_4; 2° qu'à l'état sec l'oxygène, en présence d'un excès de bioxyde d'azote, donne naissance à du peroxyde d'azote à côté de beaucoup d'anhydride azoteux, tous deux à l'état gazeux; 3° qu'en présence de l'eau, le bioxyde d'azote avec un excès d'oxygène se transforme intégralement en acide nitrique; 4° que lorsque le bioxyde d'azote mélangé d'oxygène se trouve en contact avec l'acide sulfurique con-

centré, il se forme même en présence d'un grand excès d'oxygène l'acide nitrosylsulfurique

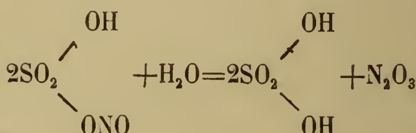


$$2SO_4H_2 + 2NO + O = 2SO_2\begin{cases}OH\\ONO\end{cases} + H_2O.$$

De ces conclusions, il ressort que ce n'est pas le bioxyde, mais bien l'anhydride azoteux qui, dans la fabrication de l'acide sulfurique agit comme véhicule de l'oxygène dans les chambres de plomb, et qu'on a la réaction



$$2SO_2 + N_2O_3 + O_2 + H_2O = 2SO_2\begin{cases}OH\\ONO\end{cases} \quad \text{et}$$



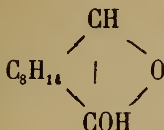
$$2SO_2\begin{cases}OH\\ONO\end{cases} + H_2O = 2SO_2\begin{cases}OH\\OH\end{cases} + N_2O_3$$

Lunge a étudié aussi la solubilité du bioxyde d'azote dans l'acide sulfurique pour répondre à diverses objections faites à l'usage de son nitromètre, en particulier, par A.-H. Allen, et il a reconnu que cette solubilité était si faible qu'elle pouvait être négligée; elle serait de 0,034 cm. NO par cm. d'acide concentré et de 0,017 cm. par cm. d'acide dilué.

H. Goldschmidt et Richard Koreff. Recherches sur le camphre. (*Berichte*, XVIII, p. 1632. Zurich.)

Goldschmidt et Zürrer ont obtenu en traitant l'anhydride de la camphoroxime $C_{10}H_{15}N$ par la potasse alcoolique, une combinaison de la formule $C_{10}H_{16}O_2$ qu'ils ont nommée acide

campholénique [1], combinaison qu'ont aussi obtenue Kachler et Spitzer, en partant du camphre bibromé β, mais à laquelle ils donnent la formule



Ce qui paraît cependant prouver que c'est un acide, c'est que le corps $C_{10}H_{15}N$ dont il provient, présente bien les réactions d'un nitrile, ainsi il réagit avec l'hydroxylamine et donne une amidoxime $C_{10}H_{18}N_2O$, aînsi qu'avec le chlorhydrate d'aniline et de toluidine, en donnant la phényl — et la p tolylcamphenylamidine, la première est une huile, la seconde forme des aiguilles fusibles vers 114°. La réaction s'est donc passée suivant la synthèse indiquée par Bernthsen pour les nitriles.

Enfin l'anhydride $C_{10}H_{15}N$ peut, par l'hydrogène naissant, s'additionner 4 H, comme les nitriles; on obtient une base $C_9H_{15}CH_2NH_2$, dont le sel de platine a été analysé. Il est donc bien probable que le corps qui dérive de celui-ci par oxydation est un véritable acide.

J. Hertkorn. Silicates des phénols. (*Berichte*, XVIII, p. 1679. Zurich.)

Si l'on chauffe le tétrachlorure de silicium avec du phénol en excès, on obtient comme résultat final le silicate trétraphénylé $(C_6H_5)_4SiO_4$, aiguilles fusibles vers 47°-48°, bouillant vers 420°. L'eau froide le décompose lentement, en donnant des éthers intermédiaires; à chaud, la réaction est rapide, et la silice et le phénol sont régénérés; l'alcool le décompose avec formation de silicate d'éthyle; le chlorure de silicium à chaud,

[1] *Archives*, XIII, p. 433.

ainsi que le chlore, donne lieu à la formation de phénylchlorosilicates; l'anhydride borique chasse partiellement l'acide silicique en donnant naissance à des éthers phénylboriques; distillé avec du cyanure de potassium, on obtient surtout du phénol avec un peu de benzonitrile. D'autres phénols se comportent de même, et Hertkorn a préparé : les silicates tétra o et tétra m krésylés qui sont des liquides sirupeux, tandis que le p forme des prismes fusibles vers 69°-70°; les silicates o et m xylénylés $[(CH_3)_2C_6H_3]_4\,Si\,O_4$, tétraphénisobutylé $(C_4H_9C_6H_4)_4SiO_4$; ces combinaisons sont sirupeuses et peuvent être distillées presque sans décomposition, ainsi que les silicates tétrathymilés et tétramenthylés, tandis que les silicates tétra α et tétra β naphtylés se décomposent; ces quatre derniers éthers sont solides. Tous rappellent par l'odeur les phénols dont ils proviennent. Le rendement dans cette réaction est bon, il s'élève à environ 75 $^0/_0$ de la théorie.

GÉOLOGIE

Mémoires du Comité géologique de Saint-Pétersbourg, vol. I, Nos 1, 2 et 3 (in-4°), et Comptes rendus du même Comité, 2 vol. in-8°. Saint-Pétersbourg, 1883 et 1884.

Le compte rendu du Comité géologique pour 1883 contient les rapports sur les recherches géologiques faites par des membres de la Société. Ces recherches portent sur les gouvernements de Perm, Ékatérinoslaw, Saudomire, Pultawa, la partie sud-ouest et sud-est du gouvernement de Moscou, le gouvernement de Kasan, sur les monts Ourals plus particulièrement sur le flanc est, et sur d'autres lieux. Les lignes des chemins de fer en construction, les bords des rivières ou les exploitations minérales ont été utilisés pour ces études. Les couches dévoniennes, siluriennes et tertiaires ont été particulièrement étudiées soit au point de vue de leur disposition géologique, soit au point de vue paléontologique. Les mines d'or et de fer, celles de houille, d'argile et

de craie ont été l'objet de recherches sous le rapport de la quantité et de la qualité, de même que sous celui de la facilité de leur exploitation.

Du reste, ces comptes rendus ne sont que préliminaires; les auteurs insistent plus particulièrement sur la géographie du lieu, sur la méthode mise en usage pour leurs études, et ils se contentent de l'énumération rapide de leurs résultats géologiques.

Les comptes rendus de 1884 se font remarquer par des développements plus grands que ceux de l'année précédente, et aussi par leur nombre plus considérable. Ils portent sur les endroits suivants : Provinces d'Estland et de Lifland, gouvernement de Kief, de Perm, de Souval, de Koven, sur l'Oural occidental, la partie montagneuse d'Ékatérinenbourg, les îles d'Esel et de Dago, les villes de Lipeck, de Petskow, etc.

Certains comptes rendus se rapportent exclusivement aux recherches paléontologiques faites dans l'intention de compléter les musées paléontologiques de l'endroit; les autres étudient la question géologique et plus particulièrement les formations récentes. Les différentes particularités du pays, ses conditions climatériques, la nature du sol, l'extension et la qualité des forêts sont soigneusement étudiés.

Le N° 1 des *Mémoires* contient un travail de M. Lahusen sur la faune des formations jurassiques du gouvernement de Rjasan. — L'auteur donne une description détaillée sur la distribution des différentes couches et ajoute une carte sur les formations jurassiques du gouvernement de Rjasan. Il passe ensuite à la description du caractère paléontologique des terrains en insistant en particulier sur les formes nouvelles.

La formation jurassique de Rjasan présente, suivant l'auteur, un horizon indépendant qui, si l'on veut en juger d'après l'apparition des Céphalopodes, s'accorde avec la couche moyenne de même formation de l'Europe occidentale.

Le N° 2 des *Mémoires* est consacré à une contribution de M. Nikitin à la carte géologique de la Russie. — La feuille 56

de la carte géologique générale de la Russie comprend la plus grande partie du gouvernement de Jaroslaw, et la partie occidentale du gouvernement de Twer. La position de ces contrées est à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer, et ils présentent une surface très plane. Les terrains de houille, les trias et les jurassiques font le sujet de l'étude de l'auteur. Il passe ensuite en revue les zones paléontologiques dans le terrain jurassique et dans les couches erratiques où il a retrouvé les restes des mammouths. L'auteur termine par un aperçu sur les différentes hypothèses concernant la formation des couches erratiques et se rattache à la théorie des glaciers.

Le N° 3 est dû à la plume de M. Tshernyschew. — L'auteur s'occupe de la disposition des terrains dévoniens de l'Oural. Ils apparaissent sur les bords nord et sud du lac de Koltuban. Ces bords qui sont formés de calcaires blancs et cendrés sont inégalement répandus et ont une structure finement cristalline.

Au point de vue paléontologique, on peut diviser les terrains dévoniens de Koltuban en deux parties, dont l'inférieure contient les grands bivalves en nombre peu considérable, tandis que la couche supérieure contient des restes fossiles très abondants. Les pétrifications de la couche supérieure sont fort intéressantes et en grande partie complètement nouvelles pour l'Oural. Elles peuvent être rangées parmi les terrains sus-dévoniens.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 17 décembre 1885.

P. Chaix. Observations météorologiques faites au Mexique de 1877 à 1885. — Schiff. Contributions à la physiologie des mouvements dits automatiques. — W. Barbey. Flore analytique de la Suisse par Gremli, traduction par M. Vetter.

M. Paul Chaix lit une notice *sur les observations météorologiques entreprises au Mexique depuis 1877* [1]. Il décrit l'organisation des différentes stations météorologiques qui y ont été successivement installées, et expose les principaux résultats obtenus jusqu'ici au point de vue des circonstances climatologiques de cette contrée.

M. le prof. Schiff présente quelques expériences *sur les mouvements dits automatiques*. Il a étudié tout d'abord les mouvements de contraction des narines des grenouilles. Un mouvement d'ouverture et d'occlusion alternant des narines fait partie des mouvements respiratoires de la tête chez les batraciens.

Ces mouvements ont été regardés comme automatiques, c'est-à-dire comme provoqués spontanément, et sans le con-

[1] Pour cette notice, voyez ci-dessus page 79.

cours d'une sensation quelconque soit centrale, soit périphérique.

En étudiant les différentes manifestations de l'action nerveuse, on trouve que le nombre des mouvements qu'on pourrait regarder comme *automatiques* se réduit de plus en plus, et partant d'un principe général on arrive à la conclusion que de vrais mouvements automatiques n'existent pas plus dans le domaine de la physiologie que dans les phénomènes de la physique.

Le mouvement alternant des narines, quoique appartenant aux mouvements respiratoires complexes, a dû être étudié séparément.

On sait depuis longtemps que son centre est dans la moelle allongée et on connaît depuis longtemps le nerf moteur qui le produit. On a prétendu que si le centre et le nerf moteur sont dans l'état normal, ce mouvement existe sans que le centre ait besoin d'une irritation ou d'un nerf périphérique qui exciterait son activité.

Cette opinion est appuyée sur le fait que l'on peut couper tous les nerfs sensibles qui se rendent directement à la moelle allongée sans que ce mouvement soit interrompu ou dérangé.

Cette observation est exacte. Mais la moelle allongée est en rapport avec tout le cerveau, avec toute la moelle épinière, et l'excitation pourrait partir d'un ou de plusieurs points de ces centres.

Avec l'aide de Mlle *K. Schipiloff,* étudiante en médecine, j'ai entrepris de nouvelles recherches dont le résultat est décisif et d'une certaine importance pour la physiologie générale du système nerveux.

Si l'on coupe *tous les nerfs* sensibles qui se rendent dans le cerveau et la moelle d'un côté, le mouvement des narines reste intact des deux côtés.

Si à l'opération précédente on ajoute la section des nerfs sensibles de l'autre côté, en laissant intacte *une seule racine* sensible, le mouvement est, ou peut être, conservé. Chez des grenouilles très faibles, *une* ou même plusieurs racines dorsales ou lombaires n'ont pas suffi pour conserver le mouvement, mais il est évident que la question importante n'est

pas de savoir quand le mouvement a cessé, mais s'il y a un maximum d'insensibilité qui le détruit *toujours et d'une manière infaillible.*

Si l'on a épargné un seul nerf sensible dorsal, lombaire ou cérébral, d'un côté, quelle que soit son origine et sa distance de la moelle allongée, et que le mouvement soit conservé, il cesse immédiatement et des deux côtés dès qu'on coupe ce dernier nerf. Mais la vie persiste, et M. Schiff a reconnu que, dans des conditions atmosphériques favorables, elle peut persister indéfiniment.

Donc ce mouvement peut être excité par *tous les points sensibles de la périphérie.*

M. Will. Barbey signale comme venant de paraître à Bâle la *Flore analytique de la Suisse* par A. Gremli, traduite en français sur la cinquième édition allemande par M. J.-J. Vetter.

Notre compatriote M. Gremli, ancien pharmacien de Schaffhouse, est le botaniste qui possède le mieux la flore suisse, quoiqu'il ait renoncé à faire un herbier. Son admirable mémoire et son coup d'œil critique pour les plantes avaient frappé, il y a déjà plusieurs années, notre illustre collègue de Bâle, le Dr Christ-Socin, qui a engagé dès lors M. Émile Burnat à s'assurer ses services comme collaborateur et conservateur de son herbier à Nant sur Vevey. C'est sous leurs noms associés qu'ils publient d'importantes monographies botaniques sur les Alpes maritimes.

L'*Excursion flora* de Gremli a rapidement atteint cinq éditions, l'ouvrage étant devenu très populaire, même en Allemagne où il a été adopté par certaines écoles.

En langue française il y avait une lacune à combler pour l'étude de notre flore suisse, aussi notre ami et collaborateur, M. J.-J. Vetter, a-t-il entrepris et mené à bien la traduction que nous prenons la liberté de signaler à la Société.

La traduction a plusieurs avantages sur l'original, entre autres la suppression des abbréviations qui en rendent la consultation très pénible; elle est faite par un homme savant et consciencieux, aussi pouvons-nous lui prédire avec assurance un très légitime succès.

Séance du 7 janvier 1886.

Alph. de Candolle. Production par sélection, aux États-Unis, d'une race de sourds-muets. — S. Calloni. Anomalie de la fleur du Rumex scutatus Linné. — G. Fulliquet. Sur la structnre du cerveau du Protopterus annectens. — H. Fol. Recueil zoologique suisse. — P. Chaix. Historique de l'Observatoire de Kew.

M. le prof. Alph. DE CANDOLLE lit une notice[1] *sur la production par sélection aux États-Unis d'une race de sourds-muets,* d'après un travail de M. Alex. Graham Bell, publié en 1884 dans les *Mémoires de l'Académie nationale des sciences de Washington.*

M. C. DE CANDOLLE présente un mémoire de M. le Dr Silvio CALLONI, intitulé : *Anomalies de la fleur du Rumex scutatus Linné,* avec notes sur l'évolution florale, l'anthotaxie et la nature axile de l'ovule dans les Rumex.

Les plantes qui ont fait l'objet des observations de M. Calloni ont été récoltées au pied du Mont Saint-Ain, au-dessus du lac de Nantua. Elles rentrent dans la variété *α vulgaris* dont Meissner a déjà autrefois signalé une forme monstrueuse à laquelle appartiennent sans doute les échantillons étudiés par M. Calloni. Parmi les faits tératologiques observés par ce dernier, les plus intéressants se rapportent à la structure de l'ovaire chez lequel il a constaté deux sortes d'anomalies. Tantôt cet organe, tout en présentant de notables altérations de forme et de dimension, est encore fermé à son sommet comme un ovaire normal, tantôt il affecte la forme d'une cupule ou d'un entonnoir béant à sa partie supérieure. Dans le premier cas, il ne renferme qu'un ovule atrophié, réduit à l'état d'un corps fusiforme membraneux et vide intérieurement, c'est-à-dire dépourvu de nucelle. Dans le second cas l'ovule, sans atteindre son complet développement, acquiert cependant ses deux enveloppes

[1] Pour le mémoire de M. de Candolle, voyez plus haut page 66.

ordinaires, la *primine* et la *secondine,* ainsi qu'un nucelle plus ou moins rudimentaire, parfois transformé en un corps allongé se terminant en une sorte de cupule.

Dans quelques ovaires de cette seconde catégorie, M. Calloni a aussi observé des ovules anormaux pourvus de styles et de stigmates à l'instar d'un ovaire. Il décrit enfin d'autres ovaires béants dans lesquels l'ovule unique, caractéristique des Polygonées, se trouve remplacé par un amas de jeunes ovules dont le nucelle émerge au-dessus du rebord de la secondine. Dans ce cas il doit y avoir eu une véritable prolification du point végétatif de l'axe floral qui, d'habitude, ne produit qu'un seul ovule terminal. L'auteur voit dans ce fait tératologique une preuve à l'appui de l'opinion de ceux des auteurs qui, avec M. Sachs, attribuent une nature axile à l'ovule des Polygonées, en se basant sur sa position terminale et sur son mode de développement.

M. Calloni ne s'est pas borné à l'observation des cas anormaux dont il vient d'être question. Il a aussi fait une étude complète de l'organogénie des fleurs normales du Rumex, et ce n'est pas la partie la moins intéressante de son travail. D'accord avec Payer, il a vu les six pièces du périgone naître trois par trois en deux verticilles distincts et les six étamines résulter du dédoublement précoce de trois mamelons primitifs. Mais, suivant lui, l'ovaire commence par une seule saillie hémisphérique entourant la base du point végétatif et produisant elle-même plus tard trois protubérances qui deviennent les styles, tandis que, d'après l'auteur du *Traité d'organogénie*, que nous venons de citer, le pistil de toutes les Polygonées débuterait par trois protubérances distinctes. Quoiqu'il en soit de cette divergence de vues concernant la première ébauche de l'ovaire, celui-ci se présente bientôt sous forme d'une coupe ouverte qui se transforme ensuite en un sac fermé par l'accroissement successif de son bord supérieur. On voit donc que les ovaires béants des fleurs anormales du Rumex correspondent à une phase passagère de l'évolution normale, et que cette forme tératologique est la conséquence d'un arrêt de développement du bord de la coupe primitive, suivi plus tard d'un agrandissement local de cet ovaire incomplet qui conserve sa forme embryonnaire ouverte.

Au nom de M. G. Fulliquet, M. le prof. Fol présente le résumé d'un travail de recherches *sur la structure du cerveau du Protopterus annectens*.

Les travaux de Serres et de Wiedersheim ont établi d'une manière assez exacte la disposition générale et la grosse anatomie de l'encéphale de ce Poisson dipnoïque; mais pour acquérir une connaissance plus précise et plus détaillée, l'étude du cerveau par la méthode des coupes était nécessaire ; voici les résultats principaux d'une première recherche dans cette direction.

Wiedersheim déjà a dûment constaté l'absence chez le Protoptère de lobes olfactifs distincts des hémisphères. Le nerf olfactif, en s'éloignant du cerveau, bien loin de se renfler pour donner naissance à un lobe, semble diminuer de grosseur. Cependant le Protoptère n'est pas privé de toute formation de ce genre. Il existe sur la face dorsale des hémisphères, et non loin de leur extrémité antérieure, un lobule, qui n'est clairement reconnaissable que par l'étude microscopique, et qui semble attaché au cerveau sur toute son étendue. Ce n'est pour ainsi dire que la partie dorsale des hémisphères, dont la structure histologique se modifie en vue de donner naissance au nerf olfactif. C'est donc un commencement de différenciation du lobule olfactif aux dépens de la partie dorsale des hémisphères.

Les premiers observateurs des Dipnoïques comptaient au nombre des nerfs dont l'absence est caractéristique pour ces animaux l'Oculo-moteur commun. Wiedersheim a trouvé non sans peine un filet nerveux extraordinairement fin, qui se rendait aux muscles de l'œil, mais n'ayant pu en établir l'origine exacte, il le considère comme une branche du trijumeau. L'étude de coupes transversales a permis à M. Fulliquet de trouver l'origine du nerf découvert par Wiedersheim. De la face ventrale du mésocéphale part un nerf excessivement fin, qui se dirige d'abord de côté vers la paroi du crâne ; mais il ne la traverse pas de suite et accompagne l'entrencéphale, enfermé à l'intérieur de la boîte osseuse jusqu'au point où prend naissance le nerf optique, qui apparaît à un niveau beaucoup moins élevé. L'oculo-moteur traverse alors l'os du crâne et va rejoindre un gros tronc nerveux, un

rameau du trijumeau. Le nerf qui résulte de leur réunion continue son cours longitudinal à l'extérieur des os du crâne, pendant un certain temps se trouve à côté du nerf optique, puis se dirige latéralement à un niveau un peu supérieur et vient entourer l'œil. Il existe donc, chez le Protoptère, un nerf oculo-moteur qui se compose de deux parties : l'une provenant d'un rameau du trijumeau, l'autre, un nerf indépendant partant de la face ventrale du mésocéphale.

La moelle allongée est accompagnée sur toute son étendue d'une série de ganglions, qui reçoivent presque toutes les racines nerveuses, et donnent naissance aux rameaux nerveux. A la hauteur de l'hypophyse se rencontre le ganglion de Gasser assez volumineux, qui reçoit le trijumeau et le facial, puis le ganglion acoustique accessoire qui reçoit le nerf acoustique accessoire, et le ganglion acoustique qui règne sur toute la longueur de l'oreille et qui reçoit les racines de l'acoustique. Ces trois ganglions se touchent et constituent ainsi une masse uniforme flanquant à droite et à gauche la moelle allongée sur toute son étendue depuis l'hypophyse jusqu'au point où le sinus rhomboïdal n'est plus recouvert par le mésocéphale. A une certaine distance en arrière se rencontre le ganglion du vague qui reçoit outre les racines du vague la seconde racine du glosso-pharyngien. Enfin, dans la région de la moelle épinière, la racine dorsale du nerf hypoglosse, après un certain parcours en dehors de la paroi osseuse, se renfle en un ganglion avant de rencontrer les deux racines ventrales déjà réunies. Jusqu'ici tous les auteurs ont passé sous silence ou ont ignoré l'existence sur les côtés du cerveau de Protoptère d'un si grand nombre de ganglions, qui rappellent les ganglions rachidiens des nerfs spinaux et dont l'un, le ganglion de l'hypoglosse, est absolument et dans toute l'étendue du terme un ganglion rachidien.

Sur une certaine étendue de la moelle allongée, M. Fulliquet a rencontré à la face ventrale du quatrième ventricule deux fibres de Mauthner, qui se continuent dans la moelle épinière. Ces fibres ne diffèrent des autres fibres longitudinales de cette région du cerveau que par leur grosseur. Le sort des fibres de Mauthner est encore loin d'être complètement connu. Ahlborn distingue chez le Pétromyzonte trois

groupes de ces fibres : 1° les latérales droites, qui vont aboutir à des cellules d'où partent des fibres qui quittent le cerveau avec la racine inférieure de l'acoustique ; 2° les fibres médianes croisées, qui aboutissent à des cellules envoyant des fibres à la racine supérieure de l'acoustique ; 3° les fibres médianes droites qui n'ont vraisemblablement pas de rapport avec l'acoustique. Les fibres de Mauthner chez les Poissons osseux aboutissent, au dire de Stieda, à des cellules dont elles ne sont à tout prendre qu'un prolongement considérable et qui envoient d'autre part un filet nerveux à la racine de l'acoustique. Chez le Protoptère, les deux fibres de Mauthner se croisent, puis s'étendent en une masse unique et qui ne paraît pas pouvoir être décomposée en fibrilles, vers la surface du cerveau, mais avant de l'atteindre, elles s'épanouissent en un faisceau de fibrilles, qui constitue une des sept racines du nerf acoustique. Il y aurait donc cette différence entre le Pétromyzonte et le Protoptère, que chez le premier une même cellule donne naissance à la fibre de Mauthner sans relation directe avec le nerf acoustique, et à un filet nerveux en relation directe avec le nerf, tandis que chez le second, c'est la fibre de Mauthner elle-même qui forme une des racines de l'acoustique. De ces observations, M. Fulliquet conclut que chez les Vertébrés inférieurs quelques-unes au moins des fibres de Mauthner sont en relation directe ou indirecte avec la racine de l'acoustique.

M. le prof. H. Fol fait hommage à la Société du numéro 4 du tome II de son *Recueil zoologique suisse*. Ce numéro, qui est sorti de presse le 3 octobre 1885, contient les articles suivants :

E.-G. Balbiani. Contribution à l'étude de la formation des organes sexuels chez les insectes, avec 2 planches. — J. Niemiec. Recherches sur le système nerveux des Ténias, avec 4 planches. — V. Fatio. Les Corégones de la Suisse, avec 2 tableaux.

M. le prof. Chaix donne sur l'*observatoire de Kew* quelques détails historiques intéressants qu'il a recueillis dans une notice insérée dans les *Proceedings de la Société royale de Londres*.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

DÉCEMBRE 1885

---

e 1er, forte bise depuis 9 h. du soir.
2, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
3, forte rosée le soir.
4, gelée blanche le matin ; brouillard enveloppant très intense à 7 h. du matin ; fort vent de 4 h. à 7 h. du soir, et dans la nuit du 4 au 5.
6, fort vent jusqu'à 7 h. du soir.
8, de 5 h. 5m à 5 h. 17m du soir, éclairs et tonnerres à l'O. Eclairs au S. et au SSE. depuis 9 h. du soir ; fort vent depuis 9 h. du soir.
9, forte bise tout le jour.
10, giboulée de neige dans la matinée ; forte bise depuis 7 h. du soir.
11, neige vers 4 h. du soir ; forte bise depuis 7 h. du soir.
12, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir ; brouillard à 10 h. du soir.
14, brouillard le matin, rosée le soir.
15, faible gelée blanche le matin ; brouillard tout le jour.
16, brouillard tout le jour.
17, brouillard le matin et le soir ; couronne lunaire de 5 h. à 6 h. du soir.
18, 19, 20, 21 et 22, brouillard continu.
23, brouillard jusqu'à 7 h. du soir ; neige depuis 9 h. du soir, hauteur : 1cm,5.
24, neige et pluie dans la nuit.
24, 25, 26 et 27, brouillard continu.
28, gelée blanche le matin.
30, neige jusqu'à 7 h. du matin, hauteur : 6cm,0 ; forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
31, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 4 h. soir	728,68
e 3 à 10 h. matin	734,90	6 à 6 h. matin	716,44
17 à minuit	739,18	18 à 2 h. soir	733,00
20 à 10 h. matin	736,52	24 à 5 h. matin	728,98
24 à 11 h. soir	734,50	26 à 5 h. matin	732,13
28 à 1 h. matin	739,23	30 à 7 h. matin	721,76

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	730,36	+ 3,62	728,68	732,41	+13,33	+11,08	+ 8,5	+16,1	771	— 79	720	860	0,8	..1	S. 1	0,92	+ 9,2	+ 1,3	161,5
2	731,86	+ 5,08	730,70	733,34	+ 5,60	+ 3,48	+ 3,0	+ 7,6	750	—101	690	890	...	...	NNE. 1	0,50	9,0	+ 1,2	165,5
3	734,00	+ 7,18	733,34	734,90	+ 4,51	+ 2,51	+ 1,2	+ 9,0	854	+ 2	750	1000	...	...	S. 1	0,30	8,4	+ 0,7	167,5
4	730,92	+ 4,06	729,13	733,68	+ 4,61	+ 2,73	— 1,3	+10,0	774	— 78	540	1000	1,6	..2	S. 1	0,92	8,2	+ 0,6	165,5
5	726,59	— 0,31	720,66	728,95	+ 7,12	+ 5,36	+ 5,4	+ 8,0	736	—117	660	850	...	...	S. 1	1,00	8,2	+ 0,7	165,5
6	718,60	— 8,34	716,44	720,66	+11,43	+ 9,78	+ 6,3	+14,8	774	— 80	640	870	3,7	..5	S. 2	1,00	...	.....	163,0
7	718,65	— 8,33	717,94	719,86	+11,78	+10,24	+ 9,2	+13,9	834	— 20	760	920	3,3	..4	S. 1	0,95	8,7	+ 1,4	167,0
8	720,20	— 6,82	718,71	722,89	+ 9,40	+ 7,97	+ 7,9	+12,0	891	+ 36	730	970	7,3	..5	S. 1	0,95	8,7	+ 1,5	169,5
9	727,44	+ 0,38	723,51	728,85	+ 2,74	+ 1,42	— 0,8	+10,0	715	—141	620	850	...	...	N. 2	0,60	8,3	+ 1,2	174,0
10	727,40	+ 0,30	725,77	731,25	— 1,97	— 3,19	— 4,4	— 0,2	900	+ 44	700	1000	0,1	...	variable	0,58	7,3	+ 0,2	170,5
11	732,63	+ 5,49	731,70	734,28	— 3,61	— 4,73	— 7,4	+ 0,1	894	+ 37	720	1000	0,9	1	NE. 1	0,57	7,0	0,0	171,0
12	734,31	+ 7,13	733,50	735,19	— 5,35	— 6,37	— 7,0	— 3,0	855	— 3	780	930	...	...	NNE. 2	0,32	6,2	— 0,7	169,5
13	734,35	+ 7,13	733,60	735,34	— 3,59	— 4,52	— 8,4	— 0,3	805	— 53	750	870	...	...	NE. 1	0,92	...	.....	166,0
14	734,88	+ 7,62	734,29	735,31	— 0,29	— 1,13	— 4,2	+ 3,8	871	+ 12	820	920	...	...	NE. 1	0,63	6,4	— 0,3	164,5
15	735,67	+ 8,37	734,91	736,64	+ 0,38	— 0,37	— 2,1	+ 2,7	852	— 7	790	920	...	...	variable	1,00	6,4	— 0,2	165,0
16	737,50	+10,16	736,19	739,16	+ 1,93	+ 1,26	+ 1,0	+ 3,1	816	— 44	780	830	...	...	SE. 1	1,00	6,5	0,0	161,0
17	737,11	+ 9,74	735,12	739,18	+ 0,82	+ 0,23	— 2,2	+ 3,7	856	— 4	750	960	...	...	variable	0,68	6,7	+ 0,2	159,0
18	734,02	+ 6,61	733,00	735,14	+ 2,25	+ 1,74	— 1,7	+ 4,9	851	— 10	750	980	...	...	variable	1,00	6,6	+ 0,2	157,5
19	735,03	+ 7,58	734,39	736,35	+ 2,51	+ 2,07	+ 1,3	+ 4,3	855	— 6	810	890	...	...	E. 1	1,00	6,5	+ 0,2	154,5
20	736,05	+ 8,57	735,53	736,52	+ 0,82	+ 0,45	— 0,5	+ 2,7	925	+ 63	870	1000	...	...	E. 1	1,00	...	.....	152,5
21	735,57	+ 8,05	734,79	736,35	+ 0,06	— 0,24	— 0,8	+ 1,0	966	+104	950	1000	...	...	ESE. 1	1,00	6,6	+ 0,4	151,5
22	734,38	+ 6,82	733,20	735,07	— 0,26	— 0,50	— 0,9	+ 0,8	962	+ 99	930	1000	...	...	E. 1	1,00	6,6	+ 0,5	146,0
23	732,98	+ 5,39	730,78	734,41	— 0,75	— 0,93	— 1,6	+ 0,3	954	+ 91	910	1000	3,0	3	E. 1	1,00	6,6	+ 0,6	146,5
24	731,30	+ 3,68	728,98	734,50	+ 1,47	+ 1,35	— 0,3	+ 2,7	875	+ 12	780	1000	1,8	3	NE. 1	1,00	6,2	+ 0,2	145,0
25	733,57	+ 5,92	733,00	734,31	+ 0,80	+ 0,73	— 0,2	+ 1,4	838	— 26	790	890	...	...	ENE. 1	1,00	...	.....	144,0
26	732,82	+ 5,14	732,13	734,27	— 0,70	— 0,72	— 2,0	+ 0,7	905	+ 41	850	960	...	...	E. 1	1,00	6,3	+ 0,5	142,0
27	736,65	+ 8,94	734,32	739,21	+ 0,10	+ 0,13	— 0,9	+ 2,3	851	— 13	780	920	...	...	ESE. 1	1,00	...	.....	140,0
28	736,42	+ 8,69	733,36	739,23	+ 0,31	+ 0,38	— 5,7	+ 5,7	799	— 66	670	1000	...	...	S. 1	0,12	5,8	+ 0,1	140,0
29	729,03	+ 1,27	725,90	732,90	+ 4,43	+ 4,54	+ 2,5	+ 7,4	748	—117	710	810	0,3	2	SSO. 1	0,98	6,0	+ 0,3	135,5
30	726,06	— 1,72	721,76	730,61	— 0,33	— 0,18	— 2,1	0,0	880	+ 15	660	1000	3,0	2	NNE. 2	0,77	5,7	+ 0,1	135,5
31	729,97	+ 2,17	728,63	731,22	— 4,93	— 4,75	—10,8	— 1,0	975	+110	960	1000	...	...	S. 1	0,87	5,6	0,0	132,7

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,93	726,58	726,42	726,74	726.19	726,25	726,65	727,06
2e »	735.21	735,18	735,04	735,55	734.77	734,88	735,20	735,41
3e »	733,11	732,82	732,38	733,02	732.09	732,19	732,52	732,78
Mois	731 79	731,57	731,31	731,81	731.05	731,14	731,49	731,79
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 6,75	+ 6.10	+ 5,70	+ 6,82	+ 8,57	+ 7,86	+ 7,08	+ 5,97
2e »	— 1,31	— 2.02	— 1,85	— 0.38	+ 1,56	+ 0,91	+ 0,22	— 0,43
3e »	+ 0,09	— 0,84	— 1.38	— 0,54	+ 0,99	+ 0,65	+ 0.67	+ 0,50
Mois	+ 1.79	+ 1,02	+ 0,75	+ 1,88	+ 3,62	+ 3,06	+ 2,59	+ 1,96
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	823	867	855	791	733	756	766	808
2e »	873	916	876	853	807	844	845	851
3e »	894	908	941	890	859	873	865	862
Mois	864	897	892	846	802	826	827	841

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 3,55	+ 10,12	+ 8,44	0,77	16,8	166,95
2e »	— 3,12	+ 2 20	+ 6,54	0,81	0,9	162,05
3e »	— 2,07	+ 1,94	+ 6,15	0,88	8,1	141,70
Mois	— 0,60	+ 4,66	+ 7,07	0,82	25,8	156,41

Dans ce mois l'air a été calme 0,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,90 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 74°,7 E. et son intensité est égale à 32,9 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1885.

Le 1er, forte bise depuis 1 h. du soir; brouillard à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; neige à 4 h. du soir.
5, brouillard à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
6, neige jusqu'à 7 h. du matin.
7, neige jusqu'à 7 h. du matin.
8, fort vent jusqu'à 7 h. du matin; brouillard depuis 10 h. du matin.
9, neige jusqu'à 7 h. du matin; brouillard depuis 10 h. du matin; forte bise depuis 7 h. du soir.
10, brouillard par un forte bise pendant tout le jour.
11, brouillard par une violente bise pendant tout le jour.
12, forte bise tout le jour.
13, forte bise tout le jour; brouillard depuis 4 h. du soir.
14, brouillard jusqu'à 10 h. du matin
22, fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
24, neige jusqu'à 10 h. du matin; forte bise jusqu'à 7 h. du matin; fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir; brouillard l'après-midi.
26, forte bise de 1 h. à 4 h. du soir.
29, neige depuis 4 h. du soir.
30, très forte bise depuis 10 h. du matin; neige de 10 h. du matin à 7 h. du soir, une partie est enlevée par la bise; brouillard à 10 h. soir.
31, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 4 h. matin	565,18
Le 3 à 11 h. soir	569,70	6 à 6 h. matin	557,15
9 à 1 h. matin	560,90	10 à 2 h. soir	554,15
17 à 10 h. matin	571,80	18 à 1 h. soir	567,94
20 à 10 h. matin	570,74	24 à 3 h. matin	561,10
24 à 11 h. soir	567,33	26 à 7 h. matin	564,26
28 à 3 h. matin	570,70	30 à 9 h. matin	552,50

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	567.09	+ 5,14	565,39	569.93	+ 0,45	+ 7,17	— 3,0	+ 4,2	90	18,0	....	NE. 2	0,92
2	566.26	+ 4,33	565.18	567,90	— 5.55	+ 1,25	— 9.0	— 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,07
3	568,78	+ 6.87	567.98	569.70	— 4.09	+ 2,79	— 8,8	0,0	.....	.....	....	NE. 1	0,02
4	567,35	+ 5,46	565,07	569,60	— 1,22	+ 5,74	— 3,6	+ 2,2	.....	.....	....	NE. 1	0,35
5	561,89	+ 0,02	559,35	564,95	— 5,24	+ 1,80	— 5.8	— 2,4	.....	.....	....	NE. 1	0,92
6	558,49	— 3,36	557,15	559,84	+ 1.00	+ 8,12	— 6,8	+ 4,5	20	1,0	....	NE. 1	0,92
7	559.09	— 2,73	558,30	560,12	+ 0.41	+ 7,62	— 1,2	+ 3,9	90	8.6	....	NE. 1	0,45
8	559.37	— 2,43	559,00	560 50	— 4.40	+ 2,89	— 7,6	— 2,4	.....	.....	....	SO. 1	0,88
9	559,53	— 2,25	556,85	560,90	— 8,87	— 1,50	—13,6	— 2,0	220	10,5	....	NE. 1	1,00
10	555,09	— 6,67	554,15	557,15	—18,32	—10,88	—20,6	—16,2	.....	.....	....	NE. 3	0,97
11	557,94	— 3,80	556,85	559,92	—18,85	—11,34	—20,4	—16,2	.....	.....	....	NE. 3	1,00
12	560,54	— 1,18	559,82	561,69	—16.89	— 9,31	—20,8	—13.8	.....	.....	....	NE. 2	0,27
13	562.54	+ 0,84	561.73	563,40	—13,29	— 5,64	—15,5	—12,0	.....	.....	....	NE. 2	0,67
14	565,15	+ 3.47	563.80	566,50	— 8,49	— 0.77	—14,0	— 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,43
15	567,57	+ 5,91	566,55	568,32	— 6.02	+ 1,76	— 7,5	— 2,2	.....	.....	....	NE. 1	0,03
16	569,37	+ 7,73	568.17	570,60	— 4,54	+ 3,30	— 8,0	— 2.5	.....	.....	....	NE. 1	0,00
17	570,35	+ 8,72	569,20	571,80	— 3,29	+ 4.61	— 5,5	0.0	.....	.....	....	NE. 1	0,35
18	568 55	+ 6.94	567,94	569,28	— 2.94	+ 5.02	— 4,2	+ 0,5	.....	.....	....	NE. 1	0,08
19	569.89	+ 8.30	569,05	570,70	— 2,49	+ 5,53	— 5,6	+ 0.4	.....	.....	....	SO. 1	0,03
20	570,46	+ 8.89	570,13	570,74	— 2,04	+ 6.04	— 4.6	+ 1,5	.....	.....	....	SO. 1	0,00
21	569.06	+ 7,50	568 22	570.03	— 6.99	+ 1,14	— 8.6	— 2,5	.....	.....	....	SO. 1	0.02
22	567,15	+ 5,60	566.38	568,20	— 8,45	— 0,27	— 9,4	— 5,0	.....	.....	....	SO. 2	0,30
23	565,14	+ 3,61	562.25	567,00	— 9.07	— 0.84	—10,5	— 6.8	.....	.....	....	NE. 1	0,22
24	564.30	+ 2,79	561,10	567,33	— 9,10	— 0.82	—11,6	— 7.5	100	3,2	....	SO. 2	0,72
25	566,13	+ 4,64	565.38	567,30	— 6.59	+ 1,74	—10.2	— 3,3	.....	.....	....	variable	0,00
26	564,64	+ 3,17	564,26	565,23	— 6,62	+ 1,75	— 9.5	— 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,13
27	567,89	+ 6,43	565,18	570,40	— 7,08	+ 1,33	— 9,0	— 4,5	.....	.....	....	SO. 1	0,00
28	569,48	+ 8,04	567.75	570,70	— 4,72	+ 3,73	— 8.8	— 2,5	.....	.....	....	SO. 1	0.02
29	562,36	+ 0,94	557,20	567,45	— 6,84	+ 1,65	—11,0	— 2,4	120	9,8	....	NE. 1	0.68
30	554,94	— 6,46	552,50	557,80	—17,45	— 8,92	—20,0	— 9,5	80	3,0	....	NE. 2	0,85

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	563,17	562,64	562,32	562,42	561,98	561,86	561,87	562,09
2e » ...	565,75	565,80	565,82	566,45	566,12	566,34	566,71	566,91
3e » ...	565,02	564,67	564,42	564,78	564,42	564,37	564,55	564,54
Mois	564,66	564,38	564,20	564,56	564,18	564,20	564,38	564,51

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 5,10	— 3,52	— 2,66	— 3,99	— 4,27	— 5,60
2e » ...	— 7,92	— 7,09	— 7,13	— 7,57	— 7,69	— 7,97
3e » ...	— 9,22	— 7,83	— 7,05	— 8,44	— 8,84	— 8,88
Mois	— 7,47	— 6,20	— 5,66	— 6,73	— 7,15	— 7,53

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 8,00	— 0,99	0,65	38,1	420
2e » ...	—10,61	— 4,85	0,29	—	—
3e » ...	—11,78	— 5,18	0,30	16,0	300
Mois	—10,18	— 3,72	0,41	54,1	720

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,74 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 43,5 sur 100.

DE

L'EMPLOI DES MILIEUX NUTRITIFS SOLIDES

POUR LE DOSAGE DES BACTÉRIES DE L'AIR

PAR

M. Édouard DE FREUDENREICH

En micrographie, les questions de méthode ont une importance extrême. L'infiniment petit se dérobe si aisément à nos moyens d'investigation, qu'il n'est pas d'artifices auxquels il ne faille recourir pour arriver à le saisir. Ainsi Koch n'a réussi à démontrer l'existence du bacille de la tuberculose que grâce à des colorations spéciales; d'autres fois c'est en variant à l'infini les milieux de culture que l'on parvient à mettre en évidence les micro-organismes. C'est donc avec plaisir que le micrographe accueillera tout nouveau procédé destiné à faciliter sa tâche. Toutefois, pour que ce procédé obtienne la préférence sur une méthode plus ancienne, on est en droit d'exiger qu'il constitue un véritable progrès.

C'est à ce point de vue que j'étudierai ici la méthode préconisée par le Dr Hesse, un élève de Koch, pour l'analyse quantitative des germes de l'air.

Dans ce travail, publié en 1884 par l'Office sanitaire im-

périal allemand [1], et remarquable d'ailleurs à beaucoup d'égards, l'auteur s'occupe peu, beaucoup trop peu même, des travaux de ses prédécesseurs. C'est ainsi que les statistiques journalières des germes de l'air et les travaux ininterrompus sur ce sujet que le Dr Miquel continue depuis plus de sept années à l'Observatoire de Montsouris, et que tout micrographe devrait étudier avec soin avant d'aborder ces questions, semblent lui être fort peu connus, car la seule fois qu'il en parle, c'est pour attribuer au Dr Miquel des procédés absolument fantaisistes. Nous n'insisterons toutefois pas sur ce point, car le Dr Miquel, voyant ses recherches laborieuses si incorrectement exposées, a pris lui-même la peine de répondre au Dr Hesse dans l'Annuaire de Montsouris pour 1885 (p. 470). En le faisant, le Dr Miquel a déjà signalé différents inconvénients inhérents à la méthode de l'Office sanitaire impérial. Je ferai ici même de nombreux emprunts à son travail, mais j'y ajouterai les résultats d'expériences comparatives que je poursuis depuis plusieurs mois. Cette étude ne sera peut-être pas sans quelque utilité, car cette nouvelle méthode pour l'analyse de l'air paraît trouver quelques imitateurs [2].

La méthode du Dr Hesse repose sur l'emploi des milieux nutritifs solides. Koch avait déjà remarqué que des tranches de pommes de terre ou des couches de géla-

[1] *Mittheilungen des K. Gesundheitsamtes*. II. Band, p. 182.

[2] Cornil et Babès, *Les Bactéries*, 1re édition, p. 23 : « Cette méthode est plus avantageuse que leur culture dans un liquide, car, dans ce dernier, les diverses espèces se trouvent mélangées. » — *Handbooks of the international Health Exhibition*. Public Health Laboratorywork, by W. Watson Cheyne, W. H. Corfield and Charles E. Cassal, p. 29. — F. Hueppe, *Die Methoden der Bacterienforschung*, 1te Aufl., p. 164. — Bordoni Uffreduzzi, *I Microparassiti*, p. 179.

tine exposées à l'air depuis un certain temps, se couvraient de colonies microbiennes formées par des germes tombés de l'air. Se basant sur ces faits, il avait proposé d'exposer à l'air des vases munis de larges ouvertures et contenant une couche de gélatine stérilisée, et de compter ensuite le nombre des colonies pour déterminer le degré de pureté ou d'impureté d'une atmosphère. Le Dr Hesse perfectionnant cette méthode, se sert pour compter les germes qui se trouvent dans une quantité d'air déterminée — ce que la méthode précédente ne permettait pas de faire — de l'appareil suivant :

Un tube de verre de 70 cent. de longueur sur 3,5 de diamètre, fermé d'un côté par un bouchon de caoutchouc, traversé lui-même par un petit tube de verre bouché avec de la ouate, de l'autre par deux capuchons de caoutchouc superposés (dont le premier est muni d'une ouverture de 1 cent. environ de diamètre, tandis que le second, qui le recouvre, est plein) reçoit 50 cc. de gélatine peptonisée [1]. Le tube est alors stérilisé par la vapeur d'eau à 100 degrés. On laisse l'appareil, placé horizontalement, se refroidir et la gélatine se prendre dans la partie inférieure du tube, au-dessous des deux orifices. Avant le refroidissement complet, on tourne le tube plusieurs fois sur son axe, de façon à revêtir la surface supérieure et les côtés du tube d'une mince couche de gélatine. Pour s'en servir, on dispose le tube horizontalement, sur un trépied, dans l'atmosphère à étudier, on enlève le premier capuchon de caoutchouc et on aspire par l'autre bout, au moyen d'un tube de caoutchouc adapté au petit tuyau qui traverse le bouchon, une quan-

[1] Voir la formule dans le mémoire du Dr Hesse, *Mittheil. des K. Gesundheitsamtes*, Bd. II, p. 183.

tité d'air déterminée. En traversant le tube, les germes, entraînés par leur pesanteur, tombent sur la gélatine et s'y développent sous forme de colonies séparées, représentées par des taches de toutes les couleurs. L'aspiration doit être réglée de façon à ce que les germes aient le temps de se déposer, et ce n'est pas un des moindres mérites du travail du Dr Hesse que de nous donner une idée assez nette de la pesanteur des germes des bactéries. D'après ses expériences, une vitesse d'aspiration d'un litre d'air par 3 à 4 minutes, répond à ce but. Disons de suite que ce fait s'est pleinement confirmé dans les expériences comparatives qui seront rapportées plus bas, et que, avec une vitesse d'aspiration aussi modérée, les germes ne risquent guère de traverser le tube sans tomber sur la gélatine.

On voit, par ce qui précède, que cette méthode diffère essentiellement de celle qu'emploie le Dr Miquel à l'Observatoire de Montsouris et qui consiste, on le sait, à fractionner les poussières d'un volume déterminé d'air dans une série de conserves de bouillon stérilisé. Jusqu'à l'année dernière on employait pour cela, à Montsouris, le procédé dit des tubes à boules. Il est bien connu de tous ceux qui s'occupent de micrographie aérienne, aussi me bornerai-je ici à rappeler qu'il consiste à faire barboter l'air aspiré à travers le bouillon qui sert ainsi de filtre. Le nombre des tubes qui s'altèrent dans la suite, et qui dans une expérience bien conduite ne doit pas dépasser $^1/_4$ à $^1/_3$ du nombre des tubes mis en expérience (s'ils s'altéraient dans une proportion plus forte, il serait à craindre que l'altération des tubes n'eût été provoquée non pas par un germe unique, mais par plusieurs) donne le chiffre des bactériens pour le volume d'air aspiré. Pour de plus amples renseignements, je renvoie le lecteur à

l'ouvrage du Dr Miquel sur les organismes vivants de l'atmosphère, p. 138, ainsi qu'aux annuaires de Montsouris. Je puis d'autant mieux me dispenser ici d'une description détaillée que le Dr Miquel a remplacé, depuis un an, les tubes à boules par un procédé plus simple et plus expéditif. Au lieu de faire barboter l'air dans le bouillon, on le fait passer dans de l'eau stérilisée, que l'on répartit ensuite à la dose de quelques gouttes dans une trentaine de ballons de culture.

J'emprunte ici au Dr Miquel la description qu'il donne de ce procédé dans l'*Annuaire de Montsouris* pour 1886 [1] :

« Cet appareil consiste en un matras de verre, dont « le col long, muni d'un capuchon tubulé et rodé, se « prolonge jusqu'au fond du vase, en s'effilant en pointe, « où il se termine par une ouverture capillaire, par « laquelle l'air entre au moment de l'aspiration. Ce « matras est également muni de deux tubulures laté- « les : la première, garnie de deux bourres de coton, est « destinée à être mise en communication avec l'appa- « reil aspirateur, la seconde, recourbée, porte un petit « tube de caoutchouc retenant une pointe de verre scel- « lée ; c'est par cette sorte de bec de burette que se fait « la distribution de l'eau contaminée, à la fin de l'expé- « rience. »

L'aspiration terminée, on distribue par fractions l'eau du matras dans une trentaine de conserves de bouillon stérilisé. Le lecteur trouvera dans l'Annuaire de Montsouris pour 1886 une exposition détaillée du procédé, avec les figures nécessaires.

[1] Le Dr Miquel a bien voulu me communiquer ce qui suit avant la mise en vente de l'*Annuaire ;* mais au moment où paraîtront ces lignes, il aura déjà été publié ou sera sur le point de l'être.

Peut-être objectera-t-on à ce procédé que des infections fortuites pourraient se produire pendant la répartition de l'eau contaminée dans les conserves de bouillon. Cette objection, toutefois, ne paraîtra pas sérieuse, quand on saura que le Dr Miquel, après avoir fait ensemencer avec de l'eau stérilisée, non contaminée par le passage de l'air, plusieurs milliers de ballons de culture, est arrivé au résultat que cette chance d'infection fortuite se réduit au laboratoire de la caserne Lobau, en pleine rue de Rivoli, à $^1/_{300}$, au laboratoire de Montsouris à $^1/_{600}$, et à l'air extérieur (parc de Montsouris) à $^1/_{3000}$, c'est-à-dire que sur 3000 ballons mis en expérience, un seul s'infecte accidentellement. Nous n'avons, par conséquent, pas à nous préoccuper d'une chance d'erreur aussi minime. De mon côté j'ai fait des expériences analogues, quoique naturellement sur une moins grande échelle, et j'ai pu m'assurer que dans l'air de mon laboratoire, en opérant avec les précautions nécessaires, on répartit un matras d'eau stérilisée dans 30 conserves de bouillon sans provoquer d'infection fortuite. Par excès de précaution, les ensemencements sont pratiqués dans une pièce inhabitée.

Que l'on ne craigne pas non plus que l'eau ne retienne pas tous les germes aspirés. Avec une aspiration modérée, on ne voit pas la bourre de coton qui protège la tubulure d'aspiration s'infecter, ce dont il est facile de s'assurer en la projetant dans une conserve de bouillon à la fin de l'expérience.

L'avantage principal de la méthode employée à Montsouris consiste en ce que les germes de l'air sont, la plupart du temps, introduits séparément dans les liquides de culture. A mesure que les conserves s'altèrent, on peut les examiner au microscope et en faire de nouvelles cul-

tures. Le temps manque-t-il pour les étudier de suite, rien n'empêche de les laisser de côté pour le moment et de les conserver indéfiniment à l'abri de toute infection. Avec les tubes de gélatine les choses se passent tout autrement. En premier lieu, ils sont exposés à l'envahissement des moisissures. Dans ses expériences, le Dr Hesse énumère chaque fois le nombre des mycéliums trouvés dans le tube. A mon avis, c'est là une peine inutile, car la plupart du temps ces moisissures ne proviennent pas de germes distincts aspirés dans le tube, mais ne sont que les descendants d'une moisissure rapidement développée, dont les spores ont été projetées sur la surface de la gélatine par les courants d'air que produisent les changements de température de la chambre. J'ai fait, plusieurs fois, l'expérience suivante à cet égard : un tube de gélatine, bien stérilisé, est inoculé en un seul endroit au moyen d'un fil de platine avec lequel on a touché un mycelium en voie de fructification. Au bout de quelques jours, le tube entier est couvert d'îlots distincts de moisissures. J'ajouterai, toutefois, pour être complet, que certaines moisissures n'ont pas des spores d'humeur aussi voyageuse et peuvent évoluer là où elles ont été semées sans former d'autres colonies pendant les quelques jours qu'elles restent en observation. Mais le fait est très fréquent, et rend, par conséquent, cette méthode absolument inapplicable au dosage des moisissures atmosphériques.

Un fait analogue se produit avec certaines colonies de bacilles ou de microcoques. Les colonies sont censées évoluer sur place, mais combien n'y a-t-il pas de bacilles qui liquéfient rapidement la gélatine et qui, au moindre mouvement du tube, se répandent partout. Le fait n'est pas rare, en été surtout, quand la température permet une

pullulation plus rapide, et l'on voit le tube entier se liquéfier en quelques jours. Comment compter alors les germes tombés près de ces colonies envahissantes et ceux qui auraient demandé, pour éclore, une incubation prolongée. D'après les statistiques de Miquel, nous voyons, en effet, que $^1/_{10}$ au moins des germes ne se développent qu'après le 10me jour, à l'étuve, et encore se prive-t-on, en employant les tubes de gélatine, de la chaleur la plus propre à l'éclosion des germes, la gélatine ne supportant pas, sans fondre, un degré de chaleur tant soit peu élevé. Or, en moyenne, ce n'est guère plus de dix jours que l'on peut conserver les tubes de gélatine contaminés par les poussières de l'air. Ce n'est qu'en introduisant un nombre de germes extrêmement restreint, 2 ou 3 p. ex. que l'on parvient quelquefois à les conserver pendant des semaines, à condition que ces germes se développent lentement. Un dixième donc des germes échappe ainsi généralement à l'analyse. Voici, à cet égard, quelques notes prises dans le registre où j'inscris mes expériences.

En juin 1884, un tube de gélatine reçoit six litres d'air ; trois jours après, la gélatine se liquéfie au bout du tube, de telle sorte qu'il faut tenir le tube debout.

Le 3 juillet suivant, la même quantité d'air est dirigée à travers un tube ; le 6 juillet, la liquéfaction de la gélatine atteint un degré tel, qu'il est impossible de prolonger l'observation.

En septembre 1884, un tube de gélatine est ensemencé par 6 litres d'air ; au bout de 9 jours la gélatine est liquéfiée. Une autre fois, en novembre, la gélatine se liquéfie en 4 jours.

Dans une autre expérience, la gélatine ne se liquéfie pas, mais est envahie par un bacille, qui forme une sorte

de voile sur la gélatine et cache ainsi les autres colonies.

Il serait facile de multiplier les exemples ; ce qui précède suffit pour montrer que le danger de la liquéfaction du tube est bien réel. Ainsi, s'il est vrai qu'en général les microbes semés sur la gélatine, se développent sur place, cet avantage des cultures sur gélatine est rendu assez souvent illusoire par ces liquéfactions rapides. En outre, il semblerait, d'après les recherches de Hauser[1], exister des variétés de bacilles qui, loin de se localiser, se promènent pour ainsi dire sur la gélatine en y formant d'innombrables colonies.

Dans les expériences faites en plein air, la gélatine est sujette à un autre inconvénient encore, ainsi que je l'ai fréquemment observé à mes dépens : l'action du soleil qui, en quelques minutes réduit la gélatine en bouillie. Or, suivant les localités, il n'est pas toujours facile de trouver de l'ombre, sur une montagne déboisée, par exemple.

Signalons encore un dernier inconvénient de cette méthode. Veut-on examiner l'une des colonies, il faut les examiner toutes, car du moment où le tube a été ouvert, il est évident que les nouvelles colonies pourraient être dues à une contamination fortuite.

Voici, me semble-t-il, de bien graves objections, qui devraient suffire pour faire repousser *toutes* les méthodes reposant sur un ensemencement *collectif* des poussières de l'air sur de la gélatine ou d'autres milieux solides. Voyons toutefois si, dans la pratique, ce procédé, malgré ses défauts, donnerait un nombre de microbes supérieur aux chiffres que l'on obtient par la méthode de

[1] G. Hauser, Ueber Fäulnissbacillen, Leipzig, 1885, p. 8.

l'ensemencement fractionné. Pour cela, il ne servirait à rien de comparer, par exemple, les chiffres cités par le Dr Hesse avec ceux rapportés dans l'Annuaire de Montsouris. La quantité des bactéries de l'air varie selon les localités, les saisons, les jours et même les heures de la journée, ainsi que l'a démontré le Dr Miquel. Pour que les résultats soient comparables, il faut opérer simultanément avec les deux méthodes, au même endroit et avec la même quantité d'air. Il faut aussi, et ceci est un point important, que les milieux de culture employés soient également propices au développement des bactéries atmosphériques. Dans la première série de mes expériences comparatives, j'ai employé du bouillon de bœuf salé, tandis que la gélatine des tubes était peptonisée. L'addition de peptone m'ayant semblé, d'après les résultats que j'obtenais, constituer un milieu de culture plus favorable, j'ai alors également ajouté du peptone au bouillon, et à partir de ce moment, la supériorité de la méthode des ensemencements fractionnés des poussières atmosphériques s'est accusée avec évidence. Il y aurait d'ailleurs encore une observation à faire au sujet de cette première série d'expériences. Celles-ci, en effet, effectuées au moyen de tubes à boule, se faisaient dans la cour d'une maison située en ville. Or, dans le voisinage des habitations, il y a des causes accidentelles qui peuvent influencer le résultat de l'expérience, en altérant momentanément la composition normale de l'air, par exemple un tapis que l'on secoue, une voiture qui passe, etc. Dans ce cas, le tube de gélatine est contaminé dans une plus forte proportion que les tubes à boule, vu que ceux-ci n'étant pas mis simultanément en expérience, mais l'un après l'autre ou tout au plus par séries de 2 ou 3 à la fois, c'est seulement celui

en expérience au moment où se produit cette contamination fortuite de l'atmosphère, qui en est affecté. L'altération subséquente du tube est comptée pour un germe, tandis que, dans ce cas spécial, il y en avait peut-être plusieurs. La différence des résultats m'a semblé, dans quelques cas, attribuable à un fait de ce genre.

Pour ces deux motifs, les résultats donnés par ces premières expériences comparatives ne sont pas strictement comparables, et on ne saurait en réalité, en tirer aucune conclusion en faveur de l'une ou l'autre méthode. Je crois néanmoins devoir les faire figurer ici pour mémoire.

J'ajoute que j'ai toujours calculé, d'après le nombre des tubes altérés, soit des colonies, et le volume d'air aspiré, la quantité de bactériens (en laissant de côté les moisissures) par mètre cube. Les résultats des différentes expériences sont rendus ainsi plus comparables.

Les expériences de la première série sont au nombre de quinze.

23 juin 1884. Six litres d'air sont analysés au moyen de tubes à boule et donnent 333 microbes par mètre cube. Le tube de gélatine, traversé par une égale quantité d'air donne naissance, le 24 juin, à un seul mycelium qui liquéfie la gélatine jusqu'au 3 juillet. Aucun autre organisme ne se montre.

Le *26 juin,* 9 litres sont analysés par les deux procédés. Les tubes à boule donnent environ 1500 bactéries par m. c. Le tube de gélatine en donne 333.

15 septembre. Le tube de gélatine accuse 1166 bactéries; les tubes à boule en donnent 1000, mais la moitié des tubes mis en expérience s'étant altérés, ce dernier chiffre reste au-dessous de la réalité. Les résultats peuvent, en conséquence, être considérés au moins comme égaux.

Le *25 septembre* de la même année, les tubes à boule donnent 444 bactéries par m. c., le tube de gélatine 1111.

Le *9 octobre*, les tubes à boule accusent 333 microbes, le tube de gélatine 1665.

Le *11 octobre*, les tubes à boule ne contiennent que des moisissures, tandis que le tube de gélatine fournit 2 bactériens, soit 166 par m. c.

Le *25 octobre*, les tubes à boule donnent 666 bactéries par m. c. comme minimum; le tube de gélatine 166 seulement et plusieurs moisissures qui le liquéfient rapidement à partir du sixième jour.

1er novembre 1884. Le dosage des bactéries au moyen des tubes à boule, donne environ 1400 microbes par m. c. Le tube de gélatine indique 1077 bactériens par m. c.

Le *3 novembre* par contre, les tubes à boule en indiquent 168, tandis que le tube de gélatine accuse une richesse de 378 bactéries par m. c.

Un dosage est effectué le *5 novembre*. Les tubes à boule accusent 336 microbes par m. c. comme minimum. Le tube de gélatine 294.

Le *8 novembre* les tubes à boule indiquent 166 bactéries par m. c. Le tube de gélatine donne un résultat identique.

Une expérience faite le *10 novembre* accuse au moyen des tubes à boule 333 bactéries par m. c. Le tube de gélatine 581.

13 novembre 1884. Les tubes à boule donnent 142 bactéries par m. c. ; le tube de gélatine 357.

8 avril 1885. 65 litres d'air traversent un flacon d'eau stérilisée au sommet du Gurten, petite colline près de Berne. Cette eau donne 2 myceliums. Un tube de gélatine,

traversé par 35 litres d'air, donne un mycelium. Cette expérience est curieuse et ne parle certainement pas en faveur des *nuages bactéridiens* de Tyndall, car nous voyons, en effet, une quantité double d'air donner aussi un nombre double de myceliums.

Une dernière expérience est faite avec des tubes à boule le *15 décembre 1885*. Le tube de gélatine donne 100 bactéries par m. c.; les tubes à boule en accusent 285. Il est intéressant de noter à ce propos que l'un des tubes à boule ne s'altéra que le 9 janvier 1886. C'est donc plus de trois semaines que dura l'incubation de ce germe.

De ces quinze expériences, trois (15 septembre, 8 novembre, 8 avril) ont donné des résultats égaux. Six (23 juin 1884, 26 juin, 25 octobre, 1er novembre, 5 novembre, 15 décembre), ont fourni des résultats plus forts par le bouillon. Dans les six autres, le chiffre des microbes décelés dans l'air par les tubes de gélatine s'est montré supérieur. On peut donc, dans cette première série, considérer les résultats comme à peu près égaux. Il est vrai qu'en prenant la moyenne de ces expériences (pour cela additionner les chiffres et diviser par le nombre des expériences ayant fourni un résultat numérique) on obtiendrait une moyenne un peu plus forte pour la gélatine que pour le bouillon, 540 bactéries par m. c. au lieu de 507. Mais il ne faut pas oublier que dans cette série le bouillon n'était pas peptonisé, et que, du reste, quelques expériences ont donné un *minimum* comme résultat, un nombre trop considérable de tubes s'étant altérés.

Dans la seconde série d'expériences, j'ai peptonisé le bouillon dans la même proportion que la gélatine. A partir de ce moment, les résultats deviennent donc parfaite-

ment comparables, et l'on voit aussi de suite s'accentuer la supériorité de la méthode des ensemencements fractionnés.

Le 2 *novembre 1885*, les poussières de 10 litres d'air sont diluées dans un flacon d'eau stérilisée et réparties dans 30 ballons de culture. Six ballons s'altèrent, donnant ainsi un résultat de 600 bactériens par m. c. Le tube de gélatine traversé par la même quantité d'air donne une colonie de microcoques, soit 100 organismes par m. c.

Le *3 décembre 1885*, 15 litres d'air, analysés par la méthode des ensemencements fractionnés, donnent un résultat de 444 bactéries par m. c. Le tube de gélatine accuse une richesse de 533 bactériens par m. c.

4 décembre. Les cultures dans le bouillon accusent 799 bactériens par m. c. Le tube de gélatine donne 533 microbes par m. c.

Le *9 décembre* on trouve au moyen de la méthode de Montsouris 199 bactéries par m. c.; le tube de gélatine donne un résultat égal.

Une expérience faite le *12 décembre* donne par les cultures dans le bouillon 181 bactéries et par le tube de gélatine 166 microbes par m. c.

Le *26 décembre*, jour très froid, l'air se montre fort pauvre en germes. Les deux méthodes donnent chacune le même résultat, soit 63 bactéries par mètre cube.

Le *28 décembre* le froid a diminué. Seize litres d'air analysés au moyen du bouillon donnent 189 bactéries par m. c. Trois conserves, en outre, sont infestées par des moisissures. Le tube de gélatine, par contre, ne donne que deux moisissures, développées près de l'ouverture du tube, ce qui prouve que l'aspiration n'était pas trop ra-

pide. Nous avons ainsi, dans cette série, 7 expériences dont 4 donnent des résultats bien supérieurs par le bouillon. Une est favorable aux tubes de gélatine et deux, enfin, donnent des résultats identiques par les deux méthodes. En prenant la moyenne de ces expériences, nous trouvons 353 microbes par m. c. en employant la méthode des ensemencements fractionnés, et 228 seulement en usant du procédé Hesse.

Il est bon de remarquer que cette série d'expériences s'est faite en hiver, à une époque où les envahissements rapides de la gélatine par les bactéries et les moisissures sont moins à craindre; en outre, j'ai limité la quantité d'air aspiré de façon à n'obtenir que peu de colonies afin qu'elles eussent assez d'espace; c'est dire que ces expériences ont été faites dans des conditions aussi favorables que possible pour le procédé du Dr Hesse.

Les chiffres qui précèdent peuvent se passer de commentaire, et si nous ajoutons à ces derniers résultats ce qui a été dit plus haut d'une manière générale au sujet des avantages et inconvénients des deux procédés, il nous sera difficile de nous figurer que l'ensemencement collectif des poussières atmosphériques dans un milieu nutritif solide soit destiné, ainsi que le croit le Dr Hesse, à devenir la base des méthodes futures pour l'analyse de l'air. Je crois, au contraire, que toute analyse vraiment rigoureuse devra se faire par des ensemencements fractionnés.

Il serait injuste, toutefois, de bannir entièrement de la pratique le procédé des tubes de gélatine. Le peu d'embarras que donne le transport de ces tubes et la facilité avec laquelle pourront en user même les personnes peu habituées aux manipulations délicates qu'exigent la recherche des bactéries, permettront d'en faire emploi toutes

les fois que l'on voudra se borner à une orientation rapide et à une analyse sommaire d'une atmosphère donnée. Ainsi, en voyage, ce procédé pourra rendre quelques services, mais, je le répète, un dosage précis des bactéries de l'air ne s'obtiendra que par l'autre méthode.

Ce que j'ai dit ici au sujet de la recherche des bactéries de l'air, s'applique également au dosage des bactéries de l'eau, et je suis heureux de constater qu'en étudiant les méthodes employées pour l'analyse de l'air, je suis arrivé à des conclusions conformes aux résultats qu'ont obtenu MM. Hermann Fol et Pierre-Louis Dunant dans leurs recherches sur les germes vivants des eaux de Genève (*Archives des sciences physiques et naturelles*, 1885, février, 3me période, t. XIII, p. 110). On se rappellera, en effet, qu'avec le procédé des ensemencements fractionnés dans le bouillon, ces savants ont trouvé un minimum de 150,000 germes vivants par cent. cube de l'eau du port de Genève, tandis que le procédé de l'ensemencement collectif des germes dans de la gélatine n'en fournissait que 5750. Aussi n'ont-ils pas hésité à condamner l'emploi des milieux nutritifs solides pour les recherches statistiques des germes vivants.

Je suis certes loin de méconnaître l'utilité incontestable que présentent, dans certains cas, les cultures sur milieux solides et l'avantage qu'il y a à s'en servir pour la séparation des germes et pour l'étude macroscopique des colonies microbiennes ; mais chercher, à tout prix, à introduire les cultures sur gélatine dans un genre de recherches pour lesquelles elles ne sont pas faites, me semble d'une utilité fort contestable.

ÉTUDE

SUR LA

TEMPÉRATURE DU CORPS

PENDANT LE TRAVAIL MUSCULAIRE

PAR

M. le Dr H. VERNET

M. le Dr W. Marcet a publié, dans le numéro de décembre 1885 des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, un travail dans lequel, après avoir fait un intéressant exposé historique des différentes observations sur la température du corps humain, il oppose deux principales objections aux résultats que j'avais consignés dans le numéro d'août de la même année des *Archives*.

1° Il n'admet pas que la température rectale soit la température interne normale du corps, et cela : « à cause « de la tendance que doit avoir le rectum à se chauffer « au delà de la température générale du corps par la con- « gestion des veines hémorroïdales. »

2° Il ne croit pas que tous les organismes humains se comportent de même, quant à la production de chaleur. Les uns, en produisent plus qu'il n'est nécessaire pour être transformée en travail musculaire, les autres, une

quantité insuffisante. On observerait donc, à la suite d'un travail musculaire, une élévation de température chez les premiers, un abaissement chez les seconds.

Il ne m'est pas possible de répondre à cette seconde objection, elle ne peut être vérifiée qu'expérimentalement en comparant entre eux plusieurs organismes soumis au même travail musculaire. Ce point, nous le résoudrons je pense, l'été prochain, quand le Dr Marcet sera de retour de Londres et que nous pourrons, comme nous en avons formé le projet, faire une ou plusieurs ascensions ensemble. Nous comparerons alors ces deux organismes, qui peut-être représentent pendant l'exercice musculaire l'un le manque, l'autre l'excès de production de chaleur.

C'est me faire trop d'honneur que de voir dans mon organisme « un type de vigueur physique, » ce que j'ai fait, beaucoup pourraient le faire et plusieurs feraient davantage. Je ne suis nullement à l'abri des infirmités du marcheur : transpiration, soif, sommeil même, après de fortes journées, je connais tout cela; j'ai de plus une lourde masse à porter, qui paraît particulièrement encombrante dans la neige molle, quand on enfonce.

Il est fort possible, comme le fait remarquer le Dr Marcet, que de même qu'un organisme produit plus d'acide carbonique qu'un autre, il est possible dis-je, qu'il puisse produire un peu plus de chaleur. Il nous reste à savoir dans quelles proportions ces variations peuvent se faire sentir.

Toutes mes expériences ont été faites sur le même sujet, sur moi-même, ce qui n'est pas heureux pour résoudre ce côté de la question. Je ne veux donc pas préjuger le résultat, nous trouverons facilement la vérité puisque le Dr Marcet et moi nous représentons ces deux genres d'organismes opposés.

Passant à la première objection, la congestion du rectum, le fait est très difficile à prouver expérimentalement d'une façon directe, voyons si d'une façon indirecte on peut arriver à quelque chose.

Les nouvelles expériences du Dr Marcet (page 543) indiquent une moyenne de 0°,53 en excès pour la température rectale après un exercice modéré, mais cette fraction de degré est peu de chose, en comparaison des écarts de nos observations réciproques. Pendant l'ascension ou la descente, le maximum que j'aie trouvé était de 39°,1 (page 127)[1] le minimum du Dr Marcet 34°,5 soit une différence de 4°,6. C'est trop pour pouvoir être mis sur le compte de la congestion, et la température générale de mon corps était certainement, pendant cette expérience, bien au-dessus de la normale. Elle a du reste été, pendant toutes les marches ascendantes ou descendantes, supérieure à 38°.

Je rappellerai également, que dans une de mes expériences (citée page 136) après avoir nagé pendant 45 minutes, donc après avoir conservé pendant tout ce temps une position presque horizontale, qui ne devait guère amener de congestion, j'avais trouvé une température rectale de 38°,2 soit 1°,3 au-dessus de ma normale. Ne nous attachons cependant pas à cette observation, la seule

[1] Dans son travail, le Dr Marcet dit, page 532, en parlant de moi : « L'auteur donne une liste des ascensions pendant lesquelles « il a fait des observations complètes, les hauteurs atteintes variant « de 2488 à 3050 mètres, il trouve que sa température s'élève en « montant jusqu'à 38°,23 et 38°,6. »

Il fait là une petite erreur, la liste dont il parle, page 149 de mon mémoire indique des observations faites de 2234 à 4638 mètres et donne comme températures rectales extrêmes après la montée en arrivant sur ces différents sommets 38°,20 comme minimum et 38°,96 comme maximum.

de ce genre que j'aie faite, et que vu la saison (janvier), il ne m'est pas possible de reprendre.

Mon but maintenant est de prouver que la température rectale est bien celle du corps. Pour cela, j'ai employé comparativement aux méthodes buccales et rectales, une troisième méthode consistant à prendre la température de l'urine. Le professeur Forel avait déjà fait l'essai de cette méthode et l'avait repoussée : « à cause de « l'irrégularité de la provision du liquide nécessaire à « l'expérimentation [1]. »

Pour ce qui nous concerne, cette objection, fort juste quand il s'agit d'expériences suivies, n'est pas un obstacle. En effet, il nous suffira d'opposer, une fois ou deux dans la journée, la température obtenue par cette troisième méthode à celles trouvées au moyen des deux autres pour les comparer. La congestion ne peut pas s'étendre jusqu'à la vessie, à moins que l'on admette que tout l'abdomen soit congestionné, et alors on devra dire réciproquement, que toute la partie supérieure du corps est privée de la quantité de sang normale, par le fait que ce liquide s'est porté dans la partie inférieure. *Conclusion :* La température prise dans une portion supérieure du corps, ne représente pas non plus la température moyenne normale.

Les expériences IV et V exposées plus loin donnent une solution à cette question, elles prouvent que par un travail musculaire énergique, mais n'activant que peu la respiration, le corps étant placé dans une position verticale qui devrait tendre à déterminer un afflux du sang

[1] Forel, Expériences sur la température du corps humain dans l'acte de l'ascension des montagnes, IIme et IIIme séries, p. 41. (*Bulletin de la Soc. médicale de la Suisse romande*, 1874.)

vers les parties inférieures, elles prouvent, dis-je, que la proportion entre les températures de la bouche, de l'urine et du rectum est restée à peu près ce qu'elle était au repos. La température rectale est bien toujours un peu plus élevée que celle de l'urine, et cela tient à ce qu'avec cette première méthode, il n'y a aucune perte de chaleur, mais on va voir que ces différences de quelques dixièmes de degré se retrouvent assez régulièrement. Il suffit donc d'en tenir compte dans chaque expérience. La température de l'urine du reste, même avec les pertes de chaleur inhérentes à cette troisième méthode, est presque toujours supérieure à celle de la bouche, quand il y a eu un travail musculaire. Elle est souvent égale au lit, au repos complet, au moment du réveil. Dans cet état d'immobilité, la moyenne de dix observations m'a donné en prenant la température rectale pour point de comparaison :

Température du rectum, = 0°
Température de l'urine, = —0°,18
Température de la bouche, = —0°,20

Les températures extrêmes avaient été pendant ces dix observations :

Urine maximum, = —0°,22
Urine minimum, = —0°,17
Bouche maximum, = —0°,25
Bouche minimum, = —0°,15

Suivant le travail auquel on se livre, les différences ne sont pas tout à fait les mêmes. Mes premières observations sont faites pendant un travail musculaire, dans lequel les bras seuls ou même souvent un seul bras se trouvait en activité; les jambes n'avaient qu'à soutenir le poids du corps[1].

[1] Dans ces cinq expériences, le corps était très exposé aux

Expérience I

4 janvier 1886.

Scié et fendu du bois pendant 2 ½ heures, respiré librement tout le temps, sans m'inquiéter si l'air passe par les narines ou par la bouche, jusqu'à 3 heures 10.

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
3,10	Fermé la bouche, le travail continue.						
3,25	Fin de l'activité, introduit les thermomètres.						
3,30	....	+ 1°	38°,60	38°,45	38°,10	-0°,15	-0°,50

Dans cette expérience, la différence entre la température de l'urine et celle du rectum est même moindre que la moyenne des différences que nous avions trouvées au repos complet pour ces deux régions. La température buccale par contre reste d'un demi-degré inférieure, mais comme j'ai pu m'en convaincre plus tard, les 20 minutes pendant lesquelles la bouche a été fermée avant la lecture, ne sont pas suffisantes pour que la cavité buccale ait pu atteindre la plus grande chaleur possible. Pour cela, il faut en moyenne de 25 à 35 minutes.

influences de l'air extérieur, j'étais entièrement vêtu de toile et sans gilet.

Expérience II

13 janvier 1886.

Scié du bois pendant 2 1/2 heures, je respirais librement jusqu'au commencement de l'expérience 11 h. 25, moment où le travail musculaire cesse et où je place les thermomètres.

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
11,25	Placé les thermomètres, fin de l'activité..................	-2°	38°,6	38°,2	34°	-0°,4	-4°,6
11,35	....	....	.....	.....	36,7		
11,45	....	.....	.....	.....	37,2		
11,55	....	.....	.....	.....	37,36		
12	....	.....	.....	.....	37,37		
12,05	....	....	.....	.....	37,35		
12,10	....	.....	.....	.....	37,26		
12,15	....	.....	37,52	.....	37,20	.....	-0,32

La bouche a employé 35 minutes pour se réchauffer complètement.

Expérience III

13 janvier 1886.

Scié du bois pendant 1 1/2 heure, puis fendu pendant un temps égal. Le travail cesse à 4 heures 35 au commencement de l'expérience.

Heure.		Température extérieure	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
4,35	Placé les thermomètres.						
4,40	....	-4°	38°,40	38°,08	33°,08	-0°,32	-5°,32
4,50	....	.....	.....	.....	36,60		
5	....	.....	.....	.....	36,92		
5,05	....	.....	.....	.....	37		
5,10	....	.....	.....	.....	37,10		
5,15	....	.....	.....	.....	37,07		
5,20	....	.....	.....	.....	37,02		
5,25	....	.....	37,22	.....	37	.....	-0,22

Dans cette expérience encore, il a fallu 35 minutes pour que la bouche arrive à son maximum de température.

Expérience IV

14 janvier 1886.

Même travail de bûcheron dès 9 heures du matin. A 10 heures 5 j'introduis le thermomètre sous la langue et le travail musculaire continue. A 10 heures 35, le thermomètre est à son plus haut point, je le garde dans la bouche, et j'en place un second dans le rectum.

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
10,05	Placé le thermomètre sous la langue.						
10,35	....				38°,30		
10,40	....	+4°	38°,55	38°,30	38°,30	-0°,25	-0°,25

En continuant le travail musculaire, 30 minutes ont été suffisantes pour laisser à la cavité buccale le temps d'arriver à son maximum de température. Au bout de ce temps, elle égalait celle de l'urine.

Expérience V

15 janvier 1886.

Scié du bois dès 9 heures du matin. A 10 heures je place un thermomètre sous la langue et je continue à scier.

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
10	Placé le thermomètre sous la langue.						
10,10	....	+5°	.....	.....	37°,7		
10,20	....	.....	.....	.....	38		
10,25	....	.....	.....	.....	38,1		
10,30	....	.....			38,13		
10,35	....	.....	38°,50	38°,22	38,13	-0°,28	-0°,37

Cette fois encore, il a fallu 30 minutes pour que la cavité buccale ait pu se réchauffer complètement, mais elle n'a pas pu atteindre tout à fait la température de l'urine, il manquait 0°,09.

Quelles conclusions tirer de ces expériences?

1° Pendant un exercice musculaire qui n'oblige pas à marcher, on trouve, nous l'avons déjà dit, entre la température du rectum et celle de l'urine, une différence un peu plus grande que celle obtenue au lit au repos complet.

Différence moyenne pendant l'exercice :

5 observations = —0°,28.

Différence moyenne au lit au réveil :

10 observations = —0°,18.

Cette différence est très faible, un dizième de degré et s'explique facilement si l'on tient compte de la température extérieure qui refroidit bien plus l'urine pendant la durée de l'évacuation dans un air froid, que cela n'avait été le cas dans les expériences faites en chambre au réveil, avec une température moyenne de +12°, tandis qu'ici nous n'avons eu que +1°—2°—4°+4°+5° soit une moyenne de +0°,9. En outre dans toutes ces expériences, après un exercice musculaire, je prenais d'abord la température rectale, puis la température de l'urine, ce qui faisait 2 à 3 minutes de différence, pendant lesquelles le travail musculaire avait cessé et avec lui, la source de chaleur. Il y avait déjà un petit refroidissement de ce fait, tandis que dans la température prise au lit et non précédée d'exercice corporel, il n'y avait pas lieu d'attendre un refroidissement quelconque. Il découle de cela, que les variations de la température du rectum et celles du contenu de la vessie, sont presque les mêmes, pour ne pas dire exactement les mêmes, ce qui exclut l'idée d'une congestion des veines hémorroïdales.

2° La température buccale finit par approcher beaucoup des deux autres, une fois même (Exp. IV), elle s'est trouvée égale à celle de l'urine, mais il faut un temps tellement long pour que la bouche prenne sa température normale, que cela complique beaucoup les expériences et risque d'être une cause d'erreurs graves. En outre, pendant la marche dans la haute montagne, quand on a déjà le souffle court par manque d'oxygène, pourrait-on ne

respirer que par le nez pendant 30 ou 35 minutes? Dans les passages raides et ardus à partir de 3500^m^ la chose me paraît bien difficile.

Pour prendre la différence entre les températures rectales et buccales, je ne puis me baser que sur les expériences IV et V, car pour les autres, l'activité musculaire avait cessé depuis longtemps, quand la bouche était arrivée à son maximum de chaleur. La moyenne de ces deux expériences donne comme différence entre les températures rectale et buccale :

Moyenne pendant l'exercice : 2 obs.	=	—0°,31.
Moyenne au lit au repos : 10 obs.	=	—0°,20.
Différence :	=	—0°,11.

Cette différence très minime 0°,11, de laquelle il faudrait encore déduire les pertes de chaleur survenues pendant les expériences, ne laissse pas grand'chose à mettre sur le compte de la congestion des veines hémorroïdales, car elle est à 0,03 de degré près, la même que celle trouvée dans les mêmes expériences, entre les températures du rectum et de l'urine, où nous obtenions —0°,26 et —0°,18 soit une différence de 0°,08. On ne peut donc absolument pas conclure à la moindre congestion des veines hémorroïdales pendant ce travail musculaire.

Mais, dira-t-on peut-être, ce travail (qui tout en secouant le corps, n'oblige pas à marcher) n'est pas fait pour amener la congestion des veines hémorroïdales, quoique le corps soit dans une position verticale. Étudions donc les variations des températures prises dans diverses régions, et cela pendant la marche.

Au moment où je pouvais disposer de quelques jours pour faire des courses, est arrivée une forte neige le 21 janvier qui ne facilitait pas les ascensions.

Le 23 je vais à Longirod (900m) en commençant à marcher sur des chemins battus, puis passant à travers champs, dans 50 centimètres de neige fraîche. J'enfonçais à chaque pas un peu au-dessus des genoux, la marche était donc assez lente et fatigante ; elle représentait un travail supérieur à bien des ascensions d'été. Quoique la température de l'air ait été relativement basse —3°, j'avais très chaud au corps comme aux extrémités, j'étais en pleine transpiration. Le temps était beau et calme. Au retour à Duillier, quoique suivant des chemins sur lesquels la neige était tassée, j'avais également un sentiment de chaleur très prononcé, avec transpiration.

Expérience VI

23 janvier 1886. Longirod 900m.

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale
9 m.	Départ de Duillier.						
11,35	Placé le thermomètre dans la bouche, continué la marche.						
11,45	....	-3°	.....	.....	37°,2		
11,55	....	.....	.....	.....	37,75		
12,00	....	.....	.....	.....	38,20		
12,05	....	.....			38,20		
12,10	....	.....	38°,94	38°,70	38,20	-0°,24	-0°,74
1	Retour par un chemin battu, marche rapide.						
2,55	Placé le thermomètre dans la bouche.						
3,05	....	.....	.....	.....	37,7		
3,15	....	.....	.....	.....	37,82		
3,20	....	.....	.....	.....	37,84		
3,25	....	.....	.....	.....	37,98		
3,30	....	.....	.....	.....	38,01		
3,35	....	-1	38,80	38,50	38,00	-0,30	-0,80

Expérience VII

27 janvier 1886.

Course dans le Jura jusqu'à 1200ᵐ environ sans but précis. Il y a beaucoup de neige molle, qui rend la marche lente et difficile.

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
9 m.	Départ de Duillier.						
11,15	Placé le thermomètre dans la bouche.						
11,25	....	.....	.....	.....	37°,05		
11,35	....	.....	.....	.....	37,55		
11,45	....	.....	.....	.....	37,91		
11,50	....	.....	.....	.....	38,02		
12	Je monte toujours sans m'arrêter.				38,01		
12,10	....	+4°	38°,80	38°,42	38,02	-0°,38	-0°,78
	Je m'entoure le cou et la tête dans un petit imperméable de laine, et je continue à monter.						
12,30	....	.....	38,60	.....	38,16	.....	-0,44
	Je dégage le cou et monte toujours.						
12,45	....	.....	38,61	.....	38,04	.....	-0,57
1	Je redescends.						
1,30	Placé le thermomètre.						
1,40	....	.....	.....	.....	37,40		
1,50	....	.....	.....	.....	37,60		
2	....	.....	.....	.....	37,60		
2,05	....	.....	38,25	.....	37,63	.....	-0,62
2,25	....	.....	38,1	.....	37,50	.....	-0,61
3,40	Retour à Duillier...........	+4	38,51	38,10	37,70	-0,41	-0,81

Expérience VIII [1]

28 janvier 1886. Dôle Chalet 1442[m].

Heure.		Température extérieure.	Température rectale.	Température de l'urine.	Température buccale.	Différence entre température rect. et de l'urine.	Différence entre température rectale et buccale.
matin.							
5,30	Départ de Duillier à jeun.						
7,20	Placé le thermomètre dans la bouche.						
7,40	....	+1°,5	.....	.....	37°,2		
7,50	....	.....	.....	.....	37,6		
7,55	....	.....	.....	.....	37,68		
8	....	.....		.....	37,62		
8,05	....	0	38°,40	.....	37,65	.....	-0°,75
	Je m'entoure le cou et la tête dans un manteau de laine, je continue à monter.						
8,35	....	.....	38,15	.....	37,61	.....	-0,54
9	....	.....	38,21	.....	37,82	.....	-0,39
9,25	....	.....	38,42	.....	38,01	.....	-0,41
	J'enlève le manteau, et continue à monter.						
10,45	....	.....	38,50	.....	37,81	.....	-0,69
11	Sortie de la forêt, bord du pâturage, fin de la montée....	.....	38,51	38°,26	37,80	-0°,25	-0,71
11,35	Arrivée au chalet. Déjeuner...	+3					
1 s.	Départ pour redescendre.....	.....	37,51				
1,40	Placé le thermomètre dans la bouche.						
1,55	....	.....	.....	.....	38,05		
2,10	....	.....	38,61	.....	38,10	.....	-0,51
3,10	....	.....	.....	.....	37,80		
3,25	....	.....	.....	.....	37,90		
3,30	Bas des bois au-dessus de Gingins.....................	+2	38,40	38,14	37,90	-0,24	-0,50
4,45	Retour à Duillier.						

[1] A partir de 12 ou 1300 mètres d'altitude, la neige est absolument molle (*farineuse*), la marche devient très lente et exige cependant un grand travail musculaire. J'enfonçais à tous les pas bien au-dessus des genoux, quelquefois jusqu'au ventre. De 8 heures à 11 h. 35 m., soit en 3 h. 35 m., j'ai parcouru un espace que je

En comparant ces trois derniers tableaux, nous ne trouvons pas pendant la marche, entre la température de l'urine et celle du rectum, une beaucoup plus grande différence que celle trouvée à la suite du travail musculaire en place, si je puis m'exprimer ainsi. Les différences moyennes, en effet, sont de — 0°,28 pour le premier travail et de —0°,30 pour la marche soit 0,02 de degré, quantité parfaitement négligeable.

La température buccale ne suit pas la même règle. elle a toujours été passablement inférieure à la température rectale, même de 0°,81 et en moyenne de 0°,68 ce qui est beaucoup. Voyons maintenant ce qui peut amener ces différences.

Pendant le travail en place, la respiration est un peu activée, pendant la marche, et surtout pendant la marche ascendante, elle est très activée, parfois presque quadruplée. Il passe beaucoup d'air au fond de la bouche, puis dans la trachée et enfin dans les poumons où se fait la combustion, mais malgré cela, ces organes sont plus froids que le reste du corps, le Dr Marcet nous le dit, rappelant les expériences de Claude Bernard sur ce sujet. Nous sommes donc en présence non seulement d'un courant d'air pharyngien, mais encore d'un courant d'air s'étendant dans toute la cavité thoracique.

On dira peut-être que le cœur et l'aorte se trouvent aussi dans la cavité thoracique et doivent également se refroidir et envoyer du sang refroidi dans les parties inférieures du corps, mais le volume du sang que contient

franchis facilement en 50 minutes en été. Je comptais aller au sommet de la Dôle, mais le temps m'a manqué, d'après l'état de la neige, il aurait fallu encore au moins 3 heures pour arriver au Signal. En été je ne mets que 35 minutes du chalet au sommet.

l'aorte, est bien supérieur à celui que contiennent les carotides ; l'aorte à sa sortie du cœur, retourne sur elle-même par un arc, pour descendre vers les régions inférieures du corps ; elle ne reste donc que peu de temps dans le thorax et ne court pas parallèlement à la trachée, comme c'est le cas pour les carotides qui fournissent le sang à la tête. Ces artères doivent abandonner un peu de la chaleur du liquide qui les traverse au profit de la trachée et des parties environnantes refroidies par la grande quantité d'air froid qui circule ; cette perte de chaleur sera proportionnelle, tant à la quantité d'air inspiré, qu'à la température de cet air.

Une seconde cause de refroidissement vient de ce que la tête se trouve être une des extrémités du corps, elle est en partie nue, se trouve bien plus soumise que le corps à l'influence des températures extérieures et quand le sujet en expérimentation est exposé de tous côtés à l'air froid, il doit y avoir une perte très sensible.

Une troisième cause peut aussi être trouvée dans la salive, qui se refroidit contre les parois des joues, entre les lèvres et les gencives et qui finit toujours par aller sous la langue, entraînée par son poids. Le petit refroidissement qu'elle procure à cette partie du corps sera d'autant plus grand que le temps sera plus froid ; or c'est précisément sous la langue que l'on place le thermomètre.

Rien donc de plus naturel, avec ces causes multiples de pertes de chaleur, que la température buccale, de même que la température des mains et des pieds, des bras et des jambes soit inférieure à la température centrale de $^1/_2$ à $^3/_4$ de degré. Le contraire serait impossible. Si les écarts sont moins grands au lit et dans une cham-

bre chaude ou en été, cela tient à ce que la respiration est moins active, l'air inspiré moins froid, la tête et le cou moins exposés au froid.

Je rappelle ici que, quoique la température buccale ait été inférieure à la température centrale, elle a toujours été chez moi, pendant le travail musculaire, bien supérieure à la température normale au repos.

Le Dr Marcet reste fidèle à la méthode buccale, il a fait des expériences très soignées pour prouver le peu d'influence de la température superficielle du corps, sur celle de la région sous-linguale. Il applique un morceau de glace plus gros qu'une noix sous le menton pendant un temps plus ou moins long, et ne trouve qu'un léger abaissement de température sous la langue, 0°,2, 0°,11, 0°,00, 0°,1, 0°,3, 0°,25, soit une moyenne de 0°,16; mais à mon sens, c'est déjà quelque chose.

Quelquefois même, la température commence par s'élever légèrement pour baisser ensuite. J'admets parfaitement tout cela, mais nous sommes ici en face d'une expérience de chambre, au repos presque absolu, deux conditions qui ne se retrouvent pas dans l'ascension des montagnes.

L'application d'un morceau de glace plus gros qu'une noix, me semble bien local, l'espace refroidi bien restreint, pour pouvoir amener un abaissement de température considérable dans toute la région sous-linguale.

Le sang qui a pu se refroidir dans la circulation cutanée en contact avec la glace, ne retourne pas dans la région sous-linguale interne; malgré cela, cependant, on trouve un abaissement de la température buccale.

Je ne veux pas insister plus longuement, et me lancer plus avant dans la critique de cette méthode qui, je le

reconnais, donne des résultats excellents et très réguliers dans les expériences faites en chambre, quand on peut disposer de beaucoup de temps. Je citerai seulement encore quelques chiffres des expériences VII et VIII, chiffres dont il n'a pas encore été question.

Dans ces deux expériences, après avoir pris, avec tous les soins possibles les températures buccales et rectales, je m'étais enveloppé soigneusement la tête et le cou dans un petit col de chasse imperméable en laine, de manière à éviter toute perte de chaleur par rayonnement cutané. Au bout de 20 minutes (exp. VII), la différence entre les températures buccales et rectales n'est plus que de 0°,44 au lieu de 0°,78 qu'elle était avec le cou découvert. Dans l'expérience VIII, au bout de 55 minutes, elle est de 0°,39 au lieu de 0°,75, donc, en moyenne, en enveloppant le cou, nous évitons une perte de chaleur de 0°,32.

Si nous dégageons le cou de son enveloppe, la différence entre les températures buccales et rectales augmente de nouveau, nous trouvons (expérience VII) : au bout de 15 minutes, 0°,57 au lieu de 0°,44, mais cet espace de temps n'était pas suffisant. L'expérience VIII est plus exacte. De 0°,41, la différence de température entre les deux régions arrive à 0°,71, soit un écart de 0°,30. Cette dernière expérience me semble concluante. Avec la méthode buccale, il y a même avec une température extérieure au-dessus de 0° une perte en chiffres ronds de 0°,3, et cela seulement pour le rayonnement à la surface de la peau ; il faudrait encore tenir compte du refroidissement causé par l'inspiration continuelle et très active de l'air froid. Cette perte de chaleur ne peut malheureusement pas être déterminée expérimentalement d'une façon directe, car il faut respirer.

C'est donc, il me semble l'avoir prouvé, la température buccale qui est essentiellement changeante et non la température rectale, comme le laisse entendre le Dr Marcet, et l'on me permettra de ne pas être d'accord avec lui quand il dit, page 544 : « On ne pourra pas « non plus comparer les températures rectales entre « elles, comme on compare les températures sous-« linguales les unes avec les autres, si l'on admet que « plus l'ascension, ou en tout cas l'exercice est rude, plus « la chaleur du rectum sera élevée relativement à la « température du corps en général. »

Je dirai, au contraire, en m'appuyant sur les expériences VII et VIII, qu'on ne pourra pas comparer les températures sous-linguales les unes avec les autres, car elles sont essentiellement sujettes à varier avec la température du milieu ambiant. Les températures rectales au contraire varient peu, ce qui est établi par les deux mêmes expériences dans lesquelles, pendant une marche rude, dans la neige, la différence entre les températures buccales et rectales a été réduite à 0°,41 une fois le refroidissement cutané supprimé. Il ne restait comme cause d'introduction de froid que le courant respiratoire. Si l'on suppose que l'excès de ce courant froid peut abaisser la température de la région sous-linguale de 0°,21, ce qui ne semble pas exagéré, il ne restera que 0°,2 de différence entre les températures buccales et rectales, ce qui est exactement la moyenne des différences trouvées au lit au moment du réveil pendant dix observations.

Résultats.

1° Au repos, comme à la suite d'un travail muscu-

laire n'activant que peu la respiration et surtout, si le sujet en expérimentation n'est pas exposé à des courants d'air froids, les températures du rectum, de l'urine et de la bouche, diffèrent entre elles de quantités faibles et constantes.

2° Pendant un travail musculaire activant beaucoup la fréquence respiratoire, la différence entre les températures du rectum et de l'urine reste faible, à peu près la même qu'au repos, tandis que la température buccale, tout en s'élevant assez sensiblement, ne le fait que dans une proportion moindre, par le fait des pertes de chaleur que le sang éprouve avant d'atteindre cette région. Il se fait, en particulier pendant la marche en plein air, deux pertes principales de chaleur :

a. Par rayonnement cutané à la surface des parois du corps non abritées par les vêtements (le cou et la face);

b. Par le courant d'air respiratoire.

Ce sont ces deux sources de perte de chaleur, se faisant plus particulièrement sentir dans les parties supérieures du corps, qui enlèvent à la température sous-linguale sa valeur comparative.

LE CYCLOSTAT

NOUVEL INSTRUMENT D'OPTIQUE DESTINÉ A PERMETTRE L'OBSERVATION DES OBJETS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT DE ROTATION RAPIDE

PAR

M. THURY
Professeur.

Communiqué à la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, dans sa séance du 4 février 1886.

Il y a quelques années, notre regretté Émile Plantamour me faisait part de la difficulté qu'éprouvent les astronomes pour mesurer exactement l'angle de position d'une étoile double, lorsque la ligne passant par les deux composantes du couple se présente obliquement dans le champ du télescope. Je lui présentai alors un oculaire qu'il suffisait de faire tourner autour de son axe optique principal pour donner à la ligne de direction des deux étoiles une situation quelconque, et par conséquent pour amener à volonté cette ligne dans une direction constante, horizontale ou verticale, ce qui permettait de mesurer les angles de position dans les conditions les plus avantageuses, et de déterminer l'équation personnelle de chaque observation pour ce genre de mesures.

La construction de l'oculaire était d'ailleurs très simple. Entre les deux lentilles de l'oculaire à foyer extérieur, on

avait interposé un prisme rectangle, dont l'hypoténuse était dirigée parallèlement à l'axe optique du système.

Je fus amené à m'occuper de nouveau de cet objet à l'occasion d'un petit travail sur *quelques applications nouvelles de la force centrifuge*, que je publiai en 1880 dans le numéro de janvier des *Archives*. Quelques-unes des expériences proposées dans ce mémoire exigeaient que l'on pût observer les changements graduels que subissent des objets soumis à l'action de la force centrifuge, et placés pour cela dans une sorte d'essoreuse animée d'un mouvement de rotation très rapide. Or ces changements seraient perturbés par l'arrêt de l'appareil, nécessaire jusqu'ici pour permettre l'observation.

Le problème ainsi posé peut être résolu en construisant selon les données ci-après une petite lunette montrant les objets situés dans l'appareil centrifuge absolument comme s'ils étaient en repos. Cette lunette est composée d'un oculaire à prisme, semblable à celui que j'avais construit pour E. Plantamour, et pouvant être mis en mouvement autour de son axe, avec une vitesse angulaire égale à la moitié de celle de l'objet à observer. Il est indifférent que l'objectif demeure immobile, ou bien que la petite lunette tout entière tourne autour de son axe optique principal. Si l'on observe avec l'instrument en rotation un objet immobile, cet objet paraîtra lui-même animé d'un mouvement de rotation de même sens que celui de la lunette et de vitesse double, selon une propriété bien connue des miroirs. Il résulte de là que si l'on imprimait à l'objet lui-même un mouvement *apparent* de rotation égal et de sens inverse, l'objet devrait paraître immobile. En réalité, le prisme renverse les images à la manière d'un miroir, et il montre tournant à

droite un objet qui en réalité tourne à gauche, il faut donc que la lunette et l'objet tournent dans le même sens, la vitesse de la lunette étant la moitié de celle de l'objet, alors on voit dans la lunette l'objet immobile, et les détails de structure qu'il présente peuvent être facilement observés.

L'objet peut être situé à une distance quelconque du télescope, et sans connexion directe avec celui-ci ; il faut seulement avoir soin de placer l'axe optique du télescope dans le prolongement de l'axe de mouvement de l'objet.

Les mêmes résultats généraux seraient obtenus avec le prisme seul, sans lentilles, pour la vision à l'œil nu. La *Société genevoise pour la construction d'instruments de physique et de mécanique* a fait établir récemment d'après mes dessins un appareil de cette dernière forme, destiné à la démonstration. Ici, le mouvement du prisme et celui de l'objet sont rendus solidaires par un engrenage. La présentation de cet instrument à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève a été l'occasion de la notice actuelle.

On peut considérer d'une manière générale la petite lunette tournante qui vient d'être décrite comme une ressource nouvelle mise à la disposition des physiologistes, des physiciens et des ingénieurs, pour observer les corps en état de mouvement rapide, toutes les fois qu'ils ont quelque intérêt à le faire. Mais il est probable que chaque application spéciale exigera une disposition particulière de l'appareil, dont le principe seulement est utile à connaître d'une manière générale.

Parmi les applications spéciales, on pourrait citer : l'analyse des éclairs, sujet que nous développerons dans

une prochaine notice, puis la mesure de la vitesse de rotation d'un axe inaccessible. Pour ce dernier objet, après avoir installé l'appareil dans une situation convenable, on modifie graduellement la vitesse de rotation de l'oculaire ou du télescope, jusqu'à ce que l'objet en mouvement paraisse immobile. On peut alors connaître la vitesse angulaire de l'objet observé en doublant le chiffre de vitesse de la lunette. C'est un notable avantage d'avoir à donner au prisme une vitesse non point égale, mais deux fois plus petite que celle de l'objet observé.

La construction de l'appareil n'offre guère d'autres difficultés que celles relatives à la forme exacte du prisme ; il est facile de reconnaître que celui-ci doit satisfaire aux trois conditions suivantes :

1° Les deux angles adjacents à la face sur laquelle s'opère la réflexion totale doivent être égaux entre eux, afin que le rayon qui suivrait l'axe de rotation de l'appareil puisse reprendre, après avoir traversé le prisme, la même direction qu'il possédait avant son incidence. Lorsque la condition dont il s'agit est bien remplie, un rayon entrant dans le prisme dans un plan perpendiculaire aux arêtes et sous une incidence quelconque permettant la réflexion totale, fera toujours avec la trace de la surface réfléchissante du prisme un angle d'émergence supplémentaire de celui d'incidence. Les images vues à travers le prisme seront donc retournées dans le plan d'une section perpendiculaire aux arêtes, mais elles ne le seront pas dans un plan parallèle aux arêtes et à la surface réfléchissante. La théorie de l'instrument repose sur ces deux faits.

2° L'angle du prisme opposé à la face réfléchissante doit être droit, pour que le rayon qui entrerait perpendi-

culairement à la face d'incidence ressorte perpendiculairement aussi à la face d'émergence, ce qui est la condition nécessaire pour qu'un prisme isocèle ne donne lieu à aucune décomposition de la lumière qui le traverse.

3° Les trois arêtes du prisme doivent être exactement parallèles entre elles, c'est-à-dire que l'on doit employer un vrai prisme et non pas une pyramide tronquée, celle-ci donnerait lieu à une déviation angulaire constante du rayon central, dans un plan parallèle à la surface réfléchissante, déviation qu'il ne serait pas possible de corriger par des ajustements mécaniques et qui produirait un balancement de l'image. Un effet semblable de balancement résulterait de l'absence d'égalité parfaite des deux angles dièdres adjacents à la face réfléchissante.

Il faut donc que le prisme soit exactement prisme, isocèle et rectangle, et que sa surface hypoténuse soit bien parallèle à l'axe de rotation.

On peut aussi remplacer le prisme par trois miroirs convenablement disposés ; dans ce cas, de simples ajustements mécaniques suffisent pour régler exactement l'appareil, ce qui est un avantage. Quand on associe le système à une lunette, le groupe des miroirs se place entre l'objectif et l'oculaire, le plus près possible de l'oculaire. Deux des miroirs peuvent former entre eux un angle de 120° par exemple ; le troisième miroir sera fixé *bien perpendiculairement* à la bissectrice de cet angle. Aucun rayon réfléchi directement par le troisième miroir ne doit atteindre l'oculaire. Les distances respectives des miroirs et la situation de l'axe de mouvement de l'appareil se déterminent aisément par un tracé graphique.

L'instrument décrit dans les lignes qui précèdent, et que nous proposons de nommer le *cyclostat*, permet aussi d'immobiliser l'image d'un corps animé d'un mouvement circulaire alternatif. Il suffit de communiquer à l'instrument un mouvement circulaire alternatif synchrone à celui que l'on observe, de même sens, de même loi, et d'amplitude deux fois plus petite.

RÉSULTATS SCIENTIFIQUES

DU

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL DE BERLIN

ET DES TRAVAUX QUI S'Y RATTACHENT[1]

PAR

M. E. RENEVIER

Professeur à l'Académie de Lausanne.

La 3me session du Congrès géologique international, retardée d'un an par suite des conditions sanitaires de l'année précédente, a eu lieu à Berlin du 28 septembre au 3 octobre 1885. Elle a été suivie d'excursions dans le Harz, aux Mines de Stassfurt, à Leipzig, dans l'Erzgebirg, à Dresde et dans la Suisse saxonne.

Les séances avaient lieu dans le palais du *Reichstag*, où diverses salles étaient à notre disposition pour le Conseil et les Commissions internationales, indépendamment du grand amphithéâtre qui servait aux séances générales.

La liste d'inscription pour le Congrès comptait de 350 à 400 noms de géologues de tous pays, dont 260 environ

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. XXII, nº 94.

étaient présents. Les Allemands étaient naturellement en grande majorité, mais la plupart des nations se trouvaient largement représentées; l'Italie par 18 membres, l'Autriche-Hongrie par 16, la Grande-Bretagne par 11, la France par 10, les États-Unis par 9, la Russie par 6, etc. La Suisse ne comptait que 3 représentants. La Belgique, l'Espagne, le Portugal, la Suède, la Norwège, la Roumanie, le Brésil, les Indes, le Japon même se trouvaient également représentés.

Le doyen des géologues allemands, l'excellent M. H. v. Dechen, qui porte vaillamment ses 85 ans, fut appelé à la présidence d'honneur, tandis que M. le prof. Beyrich était élu président affectif, et que la charge si importante de secrétaire général était dévolue à M. Hauchecorne, auquel on doit en grande partie la réussite du Congrès, dont l'organisation matérielle était admirable.

Quant au travail scientifique, il avait été préparé en partie par les deux *Commissions internationales* qui s'étaient réunies en 1882 à Foix (Ariège) et en 1883 à Zurich, et dont les secrétaires généraux avaient préparé des rapports, soumis aux délibérations du Congrès.

Dans les lignes qui suivent, je ne me tiendrai pas à l'ordre chronologique des matières, mais je passerai en revue les diverses questions géologiques résolues, ou seulement étudiées, par le Congrès ou par les Commissions, sans omettre les résultats obtenus dans les entretiens particuliers et dans les excursions, car c'est là souvent que se fait le travail le plus fructueux.

I. Carte géologique d'Europe.

Déjà à Foix et à Zurich, on avait pu remarquer la tendance à subordonner toutes résolutions à la Carte

d'Europe, et à renvoyer à plus tard tous les sujets dont la discussion n'était pas nécessaire pour l'établissement de la *Légende* de cette carte. A Berlin il en fut de même, et si d'autres questions ont été discutées, on peut dire qu'on n'a pris de résolution formelle que sur les points qui concernaient la Carte.

Le Congrès de Bologne avait confié l'exécution de cette Carte à une commission de huit membres : MM. Beyrich et Hauchecorne, formant le *Directorium* à Berlin, Daubrée (France), Giordano (Italie), de Mœller (Russie[1]), Mojsisovics (Autriche-Hongrie), Topley (Grande-Bretagne) et Renevier (Suisse). Comme secrétaire général de cette commission j'avais à présenter au Congrès un rapport sur l'avancement de cette entreprise. Mais comme le travail se fait à Berlin sous les soins du Directorium, je fus appelé à me rendre quelques jours d'avance en cette ville pour voir de mes yeux le travail accompli, m'entendre sur divers points avec les deux Directeurs et mettre la dernière main à ma rédaction.

Ce rapport fut adopté par la Commission de la Carte dans sa séance du 28 septembre au soir et présenté en son nom au Congrès dans la première assemblée délibérative, le soir du 29 septembre. Le Congrès en ayant approuvé toutes les conclusions, sous réserve d'une petite modification de rédaction à la Résolution IV, la Commission s'est encore réunie deux fois, les 2 et 3 octobre, pour régler tous les points essentiels d'exécution, de sorte que l'œuvre est maintenant en bonne voie d'avancement, comme le montreront les détails suivants :

[1] M. de Mœller, démissionnaire, a été remplacé dans la commission par M. Karpinski.

a) *Conditions d'exécution.*

Grâce au contrat passé par le Directorium avec un éditeur de Berlin, ainsi qu'aux souscriptions nombreuses arrivées de divers pays, la publication de la Carte est maintenant assurée.

Elle sera à l'échelle du 1 : 1.500.000^{me}, divisée en 49 feuilles de 48^{cm} sur 53^{cm} chacune, formant ensemble une grande carte murale de 3^{m},36 sur 3^{m},72 de côtés, et coûtera 100 fr. prix de souscription, et en librairie 125 francs. La base topographique est préparée par M. le prof. Kiepert, de Berlin, et entièrement retravaillée d'après les documents les plus récents. Malheureusement la petitesse de l'échelle n'a pas permis d'y figurer le relief du sol.

Des 49 feuilles topographiques, 32 sont achevées et gravées. Celles qui manquent encore forment les bandes est et sud, pour lesquelles on a de la peine à se procurer des documents géographiques exacts. Le Directorium avait fait réunir les 29 feuilles principales en un grand panneau, sur lequel le Congrès a pu juger de l'effet d'ensemble; chacun a admiré la finesse et la netteté de la gravure.

Dans ses séances à Berlin, la Commission a encore décidé les points suivants, qui étaient restés indéterminés :

La Carte ne sera pas muette, mais elle devra contenir aussi peu de noms que possible; essentiellement les noms des régions géographiques, des grands fleuves et des grandes villes. Ces noms seront écrits en lettres latines, mais orthographiés dans la langue du pays même.

Les glaciers seront délimités, mais distingués des lacs par le dessin. La mer et les lacs seront laissés en blanc,

tandis que toute terre recevra une teinte géologique, même les Alluvions, qui seront représentés par une teinte très pâle (crème).

b) *Figurés géologiques.*

Quant au travail géologique il est beaucoup moins avancé, et cela n'est pas étonnant. Toutefois la Commission est assurée du concours des chefs de services de la plupart des Cartes géologiques des divers pays. Ceux d'entre eux qui se trouvaient à Berlin, MM. Geikie (Angleterre), Dupont (Belgique), Jacquot (France), Torell (Suède), Stür (Autriche), Guembel (Bavière), ont été priés d'assister aux séances de la Commission avec voix consultative, pour lui donner l'appui de leurs lumières.

Deux feuilles centrales (C. IV et C. V) avaient été coloriées à la main pour être présentées au Congrès à titre de spécimen. Elles démontraient que le Congrès de Bologne avait été bien inspiré dans le choix des couleurs qu'il avait arrêtées, et tout particulièrement dans le principe adopté de marquer les subdivisions des systèmes par des teintes graduées des dites couleurs, dont les plus foncées représentent toujours les étages les plus anciens.

La même impression ressortait de l'inspection de la nouvelle *Carte géologique de France* en 48 feuilles, au 1 : 500.000^{me}, de MM. Vasseur et Carez, exposée à la *Bergacademie*. Les auteurs de cette belle carte, en voie de publication, ayant adopté les couleurs conventionnelles votées à Bologne, ont réussi à représenter le Jurassique par 7 nuances graduées de bleu, et le Crétacique par 8 nuances graduées de vert, etc., qui toutes se distinguent parfaitement de près, tandis que de loin on embrasse

d'un seul coup d'œil l'ensemble des régions jurassiques, des régions crétaciques, etc. C'est là un des grands avantages de ce mode de coloriage.

Mais le congrès de Bologne n'avait pas fixé toutes les teintes conventionnelles nécessaires. Il restait à déterminer les couleurs à affecter aux systèmes de l'Ere primaire, ainsi que celles qui devaient représenter les diverses roches éruptives. C'était là le but des Résolutions II à V proposées par la Commission internationale, à la suite des essais faits par le Directorium, et des propositions de divers comités nationaux.

Ces quatre résolutions ont été votées par le Congrès dans la teneur suivante :

Résolution II. — « Le système *Carbonique* (Permien compris) sera représenté par la couleur *grise*, en trois nuances distinctes. »

Résolution III. — « Au *Dévonique* seront affectées les nuances du *brun.* »

Résolution IV. — « La couleur du *Silurien* et *Cambrien* est laissée au choix de la Commission de la Carte. »

Ici la Commission n'avait pas pu tomber d'accord avant le Congrès sur la couleur à proposer, mais dans ses séances subséquentes, profitant de la latitude qui lui était laissée, elle a comblé cette lacune, et adopté une teinte *gris-verdâtre* dont la nuance la plus foncée représentera le *Cambrien,* la nuance moyenne le *Silurien inférieur* et la nuance pâle le *Silurien supérieur.*

Résolution V. — « Les roches éruptives sont représentées par 7 teintes, allant du *rouge vif clair* au *rouge brun foncé.* »

Les uns auraient voulu restreindre davantage le nombre de ces teintes, d'autres les multiplier encore. La Com-

mission avait adopté ici un terme moyen, basé sur la proposition du comité suisse[1], amendée par M. Beyrich, qui désirait ajouter une nuance pour les Porphyres et une pour les Serpentines.

Une VIme Résolution, enfin, laissait à la compétence de la Commission la solution des diverses questions de détail qui avaient été soulevées. La Commission de la Carte s'en est occupée dans ses séances à Berlin, et a pris à ce sujet les décisions suivantes :

1° Lorsqu'une subdivision des systèmes ne sera pas possible, on représentera ceux-ci par la nuance moyenne de la couleur adoptée pour ce système, avec le monogramme sans exposant; par exemple : *Jurassique indéterminé* = bleu moyen, avec J.

2° Lorsque la subdivision du système est possible, mais que la petitesse de l'échelle empêche de la marquer sur la carte, on emploiera encore la nuance moyenne, mais avec le monogramme muni d'exposants multiples ; par exemple : *Jurassique complet* en bande étroite = bleu moyen, avec J^{1-3}.

3° Pour la représentation des terrains douteux, même quant au système, le comité suisse avait proposé d'appliquer la couleur du terrain le plus probable, mais avec des réserves incolores, produisant l'effet d'un pointillé. Au monogramme on ajouterait alors le signe de doute ; par exemple : *Jurassique douteux* = bleu moyen, pointillé de réserves, avec J ?

La Commission adopte pour essai le mode proposé.

4° Enfin pour les étages dont le groupement est encore contesté, comme le *Rhétien*, le *Callovien*, le *Gault*, etc., on

[1] *Archives* du 15 mai 1883, p. 449.

décide de les représenter par des lignes de points en teinte vive, ou par des hâchures, placées à la limite des teintes adjacentes, de manière à ne pas préjuger la question de leur attribution ; en laissant d'ailleurs les représentants de chaque nation libres de leur donner la place qu'ils croient la plus juste dans leur pays.

c) *Monogrammes.*

Cette question rentrant dans la compétence de la Commission de la Carte, celle-ci reconnut qu'elle devait se conformer aux décisions prises à Bologne d'employer les *initiales latines* pour les *terrains sédimentaires* et les *initiales grecques* pour les *roches éruptives.* Mais en raison de la petitesse de l'échelle, elle décida de mettre partout les initiales minuscules, qui prennent moins de place.

La Commission a fait choix des monogrammes suivants pour les terrains sédimentaires :

q pour le *Quaternaire* ou *Diluvium.*

m_4, m_3, m_2, m_1 pour les 4 divisions du *Tertiaire.*
(le t étant réservé au Trias.)

c_2, c_1 pour les 2 divisions du *Crétacique.*

i_3, i_2, i_1 pour les 3 divisions du *Jurassique.*
(i plutôt que j comme exigeant moins d'espace.)

t_3, t_2, t_1 pour les 3 divisions du *Triasique.*

p pour le *Permien,* qu'on n'a pas encore décidé de réunir au *Carbonique.*

h_2, h_1 pour les deux autres divisions du *Carbonique.*
(h (houille), le c désignant le Crétacique.)

d_3, d_2, d_1 pour les 3 divisions du *Dévonique.*

s_2, s_1 pour les 2 divisions supérieures du *Silurique.*

cb pour le *Cambrien*, dont la réunion au Silurique n'est pas encore arrêtée.

a^1, a^2, a^3 pour l'*Archéen*.

(Ici on mettra l'exposant en haut, pour éviter qu'il signifie un ordre chronologique, et désigner seulement trois sortes de roches.)

Voici les monogrammes choisis pour les *Roches éruptives* et le groupement de celles-ci, tel qu'il avait été proposé par le Directorium dans une circulaire autographiée :

γ = Granites (*Eruptions anciennes acides, de texture grenue*); savoir : Granite, Syénite, Quartz-Diorite, Quartz-Norite, etc.

π = Porphyres (*Eruptions anciennes acides, de texture porphyrique*) ; savoir : Porphyres quartzifères et euritiques, Felsit-porphyre, Granit-porphyre, Pyroméride, Microgranulite, Micropegmatite, Rétinite (Felsit-Pechstein), Syénit-porphyre, etc.

μ = Mélaphyres (*Eruptions anciennes basiques*) ; savoir : Mélaphyres, Augit-porphyre, Labrador-porphyre (*Verde antico*), Diabase, Ophite, Kersantite, etc.

σ = Serpentines, Euphotides, Gabbros, Norite, Hyperstenite, Corsite, Diorite sans quartz.

τ = Trachytes (*Eruptions récentes acides*) ; savoir : Trachyte, Rhyolite, Liparite, Andésite, Phonolite, Dacite, Obsidienne, Perlite. Pechstein, etc.

β = Basaltes (*Eruptions récentes basiques*) ; savoir : Basaltes, Dolérites, Anamésites, Néphélinite, Amphygénite (Leucitophyre), Téphrite, Basanite, Limburgite, Téschénite, Picrite, etc.

ν = Laves des volcans modernes, éteints ou actifs.

ν' = Tuffas et Agrégats des dits volcans modernes.

NB. Dans chaque catégorie les Agrégats et Tuffas pourront être désignés par la lettre *prime*, jointe à un pointillé ou hachure de la couleur adoptée ; par exemple :
β' = *Agrégats basaltiques.*

d) *Légende.*

Pour clore et résumer ce qui concerne la Carte géologique d'Europe, voici comment se présentera sa légende, d'après les diverses décisions ci-dessus mentionnées, et en tenant compte des délibérations qui ont suivi le rapport de M. Dewalque, dont il sera question ci-après.

En comparant cette légende avec celle qu'avait proposée le comité suisse et qui a été publiée dans les *Archives des sciences*, numéro du 15 mai 1883, on verra que les différences ne sont pas très considérables.

e) *Achèvement du travail.*

Sur la base de cette légende, le Directorium va faire colorier la feuille centrale C. V., qui comprend la Suisse, avec les parties adjacentes de l'Allemagne, de l'Autriche, de l'Italie et de la France, et qui peut être considérée comme la feuille internationale par excellence. Les chefs de service ou représentants de ces différents pays se sont engagés, à Berlin, à fournir pour la fin de janvier 1886, le figuré géologique des régions de leur ressort. Moyennant cela le Directorium a promis de terminer cette feuille pour le mois de septembre, et d'en présenter une épreuve complète à la Commission internationale, qui se réunira à cette époque à Paris. Une fois cette feuille approuvée

A. Terrains sédimentaires.

Systèmes.	SUBDIVISIONS	Monog.	COULEUR	NUANCE
	Dépôts actuels (alluvium, etc.)	—	Teinte très pâle (crème).	
	Quaternaire (Diluvium)....	g	Jaune de Naples.	
	Pliocène................	m_4		pâle.
Tertiaire	Miocène	m_3	Jaune......	vif.
	Oligocène.	m_2		foncé.
	Éocène.................	m_1		orangé.
	Crétacé supérieur.........	c_2		pâle.
Crétacé.	Gault..................	—	Vert.	pointillé limite.
	Crétacé infér. (Néocomien)	c_1		foncé.
	Wealdien	—		avec hachure.
	Malm..................	i_3		pâle.
Jurassiq.	Dogger................	i_2	Bleu.	vif.
	Lias..................	i_1		foncé.
	Rhétien................	—		pointillé limite.
	Trias supérieur (Keuper)...	t_3		pâle.
Trias...	Trias moyen (Muschelkalk) .	t_2	Violet......	vif.
	Trias inférieur (Grès bigarré)	t_1		foncé.
	Zechstein..............	—		avec hachure.
	Permien	p		brunâtre.
Carbon..	Houiller...............	h_2	Gris	pâle.
	Carb. inférieur (Culm).....	h_1		foncé.
	Famennien.............	d_3		pâle.
Dévon. .	Eifélien	d_2	Brun.......	moyen.
	Rhénan................	d_1		foncé.
	Silurien supérieur	s_2		pâle.
Siluriq..	Silurien inférieur.........	s_1	Gris verdâtre	vif.
	Cambrien..............	cb		foncé.
	Schistes azoïques (Phyllit)..	a^3		pâle.
Archéen.	Schistes cristallins........	a^2	Rose.......	vif.
	Gneiss, etc.	a^1		foncé.

B. Roches éruptives.

SUBDIVISIONS	Monog.	COULEUR	NUANCE
Granites, etc.............	γ		carmin.
Porphyres, etc.	π		pourpre.
Mélaphyres, etc...........	μ		indien.
Serpentines, etc..........	σ		bistré.
Trachytes, etc	τ	Rouge......	vermillon.
Agrégats trachytiques......	τ'		id. pointillé.
Basaltes, etc.............	β		de Venise.
Agrégats basaltiques.......	β'		id. pointillé.
Laves modernes..........	ν		de Saturne.
Tuffas et agrégats modernes.	ν'		id. pointillé.

par la Commission, elle pourra être tirée et distribuée aux souscripteurs. Elle servira naturellement de base pour le figuré géologique des autres feuilles, dont l'exécution pourra marcher beaucoup plus rapidement.

La publication de cette Carte géologique d'Europe réalisera ainsi, par le côté pratique, l'un des buts principaux que s'étaient proposés les Congrès internationaux : *l'unification de l'emploi des couleurs en géologie.* Lorsque chaque pays publiera sa carte géologique d'ensemble, à une échelle plus forte, on s'efforcera, j'espère, d'appliquer la même échelle chromatique, comme le font actuellement MM. Vasseur et Carez dans leur Carte géologique de France au 1 : 500,000[me]; et ainsi se popularisera l'emploi systématique de chaque couleur toujours avec la même valeur chronologique.

Un second pas à faire dans la même direction sera d'appliquer les mêmes couleurs aux collections de fossiles et aux musées, et d'attribuer ainsi à tous les fossiles *jurassiques* une *étiquette bleue*, une *plaquette bleue*, ou une *boîte bleue;* à tous les fossiles *crétaciques*, une *étiquette, plaquette* ou *boîte verte*, et ainsi de suite. L'avantage s'en fera surtout sentir dans les collections paléontologiques où tout est rangé par ordre zoologique ou botanique. Les fossiles de tout âge s'y trouvant nécessairement mêlés, se distingueront alors de prime abord par la couleur de leur étiquette, et les relations génétiques en ressortiront d'autant mieux.

J'ai déjà appliqué cette méthode au Musée géologique de Lausanne, et je m'en trouve fort bien. Mon collègue M. le professeur Zittel m'a promis de l'introduire au Musée paléontologique de Munich, lors de sa prochaine réorganisation dans de nouvelles salles. Je recommande

chaudement à tous les directeurs de musées géologiques ou paléontologiques cette nouvelle application de l'*échelle chromatique internationale*, maintenant complétée.

II. Unification stratigraphique.

En 1882 à Foix, et en 1883 à Zurich, la Commission internationale, dite de Nomenclature géologique, s'était préoccupée avant tout du groupement des terrains, en vue de la légende de la Carte d'Europe. Les délibérations de ces deux sessions des Commissions réunies ont été publiées à Bologne, par les soins de M. Capellini, président du Congrès de 1881, en deux brochures, l'une de 14 pages, en octobre 1882, l'autre de 48 pages, en septembre 1883.

En outre, divers comités nationaux avaient envoyé au secrétaire général de la Commission des rapports plus ou moins étendus sur les questions traitées ou à traiter. Le secrétaire général, M. le prof. G. Dewalque, de Liège, avait extrait de ces divers documents une énumération des sujets à discuter au Congrès de Berlin, accompagnés des conclusions qui lui paraissaient réunir le plus de suffrages. Mais, comme il le dit lui-même dans son introduction, ce rapport ne pouvait être considéré comme présentant le résumé des opinions professées par les géologues des divers pays représentés dans la Commission. Malheureusement cette Commission, très nombreuse, n'a pu se réunir avant le Congrès de Berlin, pour discuter l'important rapport de son secrétaire général, qui est resté ainsi une œuvre individuelle.

Le rapport de M. Dewalque, suivi des rapports des

comités nationaux, avait été imprimé par les soins du comité d'organisation de Berlin, en une brochure d'une centaine de pages, et distribué à tous les membres du Congrès pour servir de base à la discussion.

Toutes les conclusions de ce rapport n'ont pas pu être discutées, tant s'en faut. Ce qui n'était pas indispensable pour la légende de la Carte a été généralement traité très sommairement, ou renvoyé à plus tard. D'une manière générale il a été convenu que toutes les décisions prises se rapportaient à la Carte d'Europe et n'avaient aucun caractère définitif.

Cette préoccupation utilitaire a notablement influé sur les discussions du Congrès, et leur a rarement permis de revêtir le caractère d'ampleur d'une discussion de principe. Une seule fois il en a été autrement. Je veux parler de la séance où a été traitée la question du Permien, sur laquelle je reviendrai tout à l'heure. Ce jour-là de l'avis unanime la discussion a été vraiment intéressante et élevée.

Espérons que, dans les futurs Congrès, la question matérielle de la Carte ne préoccupant plus l'assemblée, cette exception deviendra la règle, et qu'on y discutera habituellement, sans parti pris, des questions générales, principielles et didactiques.

Voici maintenant, dans l'ordre stratigraphique, les diverses questions traitées et les résultats obtenus :

a) Archéen.

A Bologne déjà, on avait décidé de grouper sous ce nom les terrains anciens, presque toujours plus ou moins cristallins, que les uns considèrent comme *primitifs*, d'autres comme *sédimentaires azoïques*, d'autres enfin

comme *éozoïques*. Il a été convenu à Berlin d'attribuer à cette division une valeur de premier ordre. On ne dira donc pas *Système archéen*, mais *Groupe archéen* ou *Ère archéenne*, comme on dira *Ère primaire*, etc.

Le terme de *primitif* sera évité dans la nomenclature internationale, comme prêtant à confusion avec celui de *primaire*, et représentant une idée théorique très controversée, celle de l'origine par coagulation d'une masse primitive en fusion.

Les trois subdivisions a^1, a^2, a^3, nécessaires pour la carte (voir p. 154 et 161), ne seront pas considérées comme représentant des divisions d'ordre chronologique, mais simplement comme des types pétrographiques différents, dont l'âge restera à déterminer. Cette restriction, basée sur l'observation des faits, et demandée par M. Hughes, président du comité anglais, a été expressément votée par le Congrès.

b) Système silurique.

La conférence de Zurich avait admis la réunion en un seul système des terrains connus habituellement sous les noms de *Cambrien* et *Silurien*, formant les nos 4, 5 et 6 de la légende provisoire proposée déjà à Foix. Une faute d'impression, relevée par M. Dewalque (p. 13, note), pourrait faire croire qu'on avait décidé de ne réunir que les nos 5 et 6, mais le contexte, et surtout le procès-verbal manuscrit ne laissent là-dessus aucun doute. Le Congrès a sanctionné ce groupement du Cambrien et du Silurien en un seul système, mais considérant que les géologues anglais, les plus directement intéressés à cette question, n'ont pas encore pu se mettre d'accord sur les noms à donner aux trois subdivisions du système, il a

renvoyé cette nomenclature à la session de 1888, qui doit avoir lieu à Londres.

Ici un mot d'explication ne sera point inutile. Les géologues anglais se partagent sur cette question silurique en deux écoles : l'école de Cambridge, représentée à Berlin par M. Hughes, qui suit la classification de Sedgwick, et l'école de Londres, représentée à Berlin par M. Geikie, directeur du Geological Survey, qui suit au contraire la classification de Murchison, beaucoup plus connue sur le continent. Les premiers font aller le Cambrien jusqu'à la base de l'étage Wenlockien, tandis que les autres terminent le Cambrien avec les *Lingula-flags,* et font commencer le Silurien avec l'étage Tremadocien. Il en résulte que de nos trois termes (n[os] 4, 5, 6) le moyen serait *Cambrien supérieur* pour les uns et *Silurien inférieur* pour les autres. Dans cette occurence M. le prof. Lapworth a proposé pour cette division moyenne, qui correspond à la *Faune seconde* de Barrande, l'expression de *Ordovicien,* adoptée déjà par plusieurs géologues anglais, tandis que quelques autres la condensent en *Ordovien.*

Cette solution paraît décidément la bonne, et serait la plus apte à terminer cette longue querelle, qui date de Sedgwick et Murchison. Nous aurions ainsi le groupement suivant :

Système silurique	N° 6 = Silurien.
	N° 5 = Ordovicien.
	N° 4 = Cambrien.

Dans les entretiens particuliers que j'ai pu avoir avec MM. Geikie et Hughes, postérieurement à cette discussion en Congrès, j'ai obtenu d'eux la promesse de prendre ce

schema comme base d'une entente, à laquelle ils tâcheraient d'amener les divers géologues anglais, en vue des délibérations futures.

Ce groupement aurait en outre l'avantage de correspondre à peu près aux trois faunes siluriques de Barrande, avec cette restriction toutefois, présentée déjà à Zurich par M. le prof. Beyrich, que les étages F, G, H de Bohême, au lieu de faire partie de la faune troisième, comme l'estimait Barrande, devront sans doute en être détachés et joints au Système dévonique.

Dans l'Allemagne du Nord, et spécialement dans le Hartz, on distingue sous le nom de *Herzynien* un ensemble de couches contenant une faune analogue à ces étages F, G, H de Bohême, et M. Keyser vient de démontrer que cette faune a des caractères beaucoup plus dévoniques que siluriques.

En visitant Prague après le Congrès, j'ai pu m'assurer que ce point de vue nouveau y était généralement admis, en particulier par le conservateur de la Collection Barrande, M. le prof. Novak, qui a eu l'obligeance de me donner beaucoup de renseignements à ce sujet, et de me faire voir ces étages sur place, aux environs de Hublocep.

c) Système dévonique.

Le groupement des n°s 7, 8 et 9 de la légende provisoire de Foix en un seul système, conformément aux propositions de la conférence de Zurich, a été facilement admis, ainsi que les trois noms proposés par M. Dewalque pour en désigner les trois subdivisions :

Système dévonique	sup. N° 9	= Famennien.
	moy. N° 8	= Eifélien.
	inf. N° 7	= Rhénan.

Il a été admis également que certaines couches, inférieures au *Calcaire carbonifère*, que les uns ont classées avec le Dévonique et d'autres avec le Carbonique, seraient rattachées au Famennien. Il s'agit de ces terrains intermédiaires, dont Osw. Heer avait fait son étage *Ursien*.

Suivant l'idée de cet éminent paléophytologiste, j'avais joint cet étage au Carbonifère, dans mon « Tableau des terrains sédimentaires. » Il y aura donc lieu de modifier cette classification et de faire rentrer dans le Système dévonique les *Psammites du Condroz* en Belgique, les *Marwood-beds* et *Pilton-beds* du Devonshire, et enfin le *Calciferous-gritt* d'Écosse.

d) Système carbonique.

Aucune discussion n'a eu lieu sur les n°s 10 et 11, sur lesquels tout le monde était d'accord. On ne s'est pas non plus préoccupé de leur dénomination, et l'on n'a pris aucune décision sur les noms proposés par le rapport Dewalque. Tout l'intérêt s'est concentré sur la question controversée de la réunion du Permien au Système carbonique.

Déjà en 1874 j'avais opéré cette réunion dans mes « Tableaux des Terrains. » Plus récemment M. le prof. de Lapparent avait adopté le même point de vue dans son « Traité de Géologie. »

Nous étions donc naturellement les deux principaux champions de cette simplification. M. de Lapparent l'a défendue surtout au point de vue stratigraphique, et moi au point de vue paléontologique. M. le prof. Hughes, au contraire, se fondant sur certaines analogies pétrographiques et sur une lacune qui existe en Angleterre, aurait voulu sortir le Permien de l'Ère primaire, pour le grouper

avec le Trias, point de vue qui ne plaisait pas davantage aux défenseurs du *Système permique*. Ceux-ci n'avaient guère pour arguments que l'importance de ce terrain dans le nord de l'Allemagne, et spécialement la tradition ou l'habitude.

Dans le cours de la discussion, M. Nikitin montra qu'en Russie, comme aux États-Unis, il y a une transition insensible du Houiller au Permien, par les couches dites *Permo-carbonifère*. M. Blanford montra qu'aux Indes et ailleurs le Permien se confond entièrement dans le Carbonique. M. de Lapparent rappela que dans les Montagnes-Rocheuses il y a une succession non interrompue de calcaires marins, à faunes peu distinctes, qui représentent en même temps le Carbonique et le Permien. Enfin M. Stur fit connaître qu'en Autriche-Hongrie, s'il y a des points où la transgression se produit après le Houiller, il en est d'autres où elle se produit après le Permien, et d'autres encore où elle a lieu entre le Calcaire carbonifère et le terrain houiller; de sorte qu'il y aurait autant de raisons pour séparer le Houiller du Calcaire carbonifère que le Permien du Houiller.

En définitive le Congrès se trouva partagé, comme l'avait été deux ans auparavant la conférence de Zurich, et trouvant la question trop peu mûre, il résolut de ne la trancher ni dans un sens ni dans l'autre, mais de la laisser à l'étude. Ce fut, comme je l'ai déjà dit, la plus belle séance du Congrès. En en sortant la plupart avaient le sentiment que la cause du Permien était perdue et qu'il ne pouvait plus subsister comme Système indépendant.

e) Ère secondaire.

A partir de là il n'y eut, pour ainsi dire, plus de dis-

cussion, et le Congrès se contenta de sanctionner les trois divisions du *Système triasique*, les trois divisions du *Système jurassique*, et les deux du *Système crétacique*, telles que je viens de les résumer dans la Légende (p. 157), mais sans déterminer leurs limites, non plus que leurs dénominations.

f) Ère tertiaire.

Il en fut de même pour l'ère tertiaire que l'on se contenta de diviser provisoirement, pour les besoins de la carte, en Éocène, Oligocène, Miocène, et Pliocène, mais sans aborder la question délicate de la valeur de ces subdivisions et de leur groupement en systèmes.

Il reste donc beaucoup d'ouvrage pour la Commission de nomenclature stratigraphique. Celle-ci a été renforcée de quelques noms nouveaux pour représenter des pays qui ne l'étaient pas encore, et a subi en outre quelques modifications. Espérons qu'elle prendra sa tâche au sérieux et laissera de côté les discussions de limites, variables suivant les pays, pour poursuivre un accord international dans les questions conventionnelles, dont l'unification a une si grande importance didactique.

Voici entre autres quelques points qui n'ont pas encore reçu de solution, quoique soulevés depuis plusieurs années, et qui sont pourtant de nature à provoquer une entente internationale.

1° Le comité français avait demandé une interversion des termes *Groupe* et *Série*. Estimant que le second terme a de nature une valeur plus extensive que le premier, il demandait que le terme de *Série* fût appliqué aux divisions de 1er ordre, et celui de *Groupe* à celles de 3me ordre (Dew. p. 52). Cette demande avait été appuyée

fortement par le comité suisse; or, nous voyons, par le rapport Dewalque (p. 27), qu'elle a réuni la majorité dans le comité allemand et reçoit également l'appui du comité espagnol (p. 39), ainsi que du comité portugais (p. 70). Pour peu que deux ou trois autres comités partagent cette manière de voir, la question serait facilement réglée.

2° On n'a pas encore adopté d'équivalent chronologique au terme de *Assise*. Les comités portugais et suisse ont proposé l'expression de *Phase*, contre laquelle on n'a rien objecté (Rapp. Dew., p. 27, 70, 96). Il serait aisé sans doute de tomber d'accord là-dessus.

3° Une question plus délicate est celle des *désinences homophones*, utile et logique au premier chef, mais qui trouble la quiétude des esprits traditionnels. On peut remarquer toutefois que la question progresse. Le rapport Dewalque nous montre, en effet, que plusieurs comités nationaux adoptent l'idée en principe, et ne diffèrent que dans quelques détails d'application : ce sont principalement les comités suisse, belge, portugais, espagnol, roumain et hongrois (Rapp. Dew. p. 33, 39, 66, 74, 92).

4° Ensuite viendrait la valeur à attribuer aux 5 ordres de subdivisions. Il est indispensable d'établir au préalable ce qu'on entend par une division de 1re, 2me ou 3me ordre, avant de choisir celles-ci, et de leur donner des noms. Il faut déterminer quels sont les *caractères hiérarchiques* qui fixeront la valeur d'un terrain, en tenant compte de la paléontologie, des faciès et de la distribution géographique. La discussion sur le Permien a démontré que beaucoup de géologues en sont encore dans cette matière au *stadium des impressions* ou de la *routine*, et ne se préoccupent que du rôle que joue ce terrain dans

leur petit coin de pays. Il faudrait au contraire étudier un terrain sous toutes ses faces, tenir compte de sa représentation dans divers pays, de ses divers faciès, ainsi que de l'amplitude de ses faunes et flores, et de leur degré d'indépendance, avant de prononcer si ce terrain constitue une division de 1er, de 2me ou de 3me ordre. Il faut aussi, de toute nécessité, établir une certaine *équivalence* dans les divisions de même ordre. A défaut d'une marche méthodique semblable, tout ce que l'on fera ne sera qu'un échafaudage au petit bonheur.

5° Ce n'est qu'alors qu'on pourra aborder le choix des divisions de 1er puis de 2me ordre. Celles de 1er ordre devront avoir une valeur universelle et des caractères assez généraux pour pouvoir être reconnues partout. Celles de 2me ordre (Systèmes = Périodes) auront une valeur encore très générale, et leur existence pourra être constatée sur une grande partie de la lithosphère. Les subdivisions d'ordre inférieur, au contraire, n'auront plus qu'une valeur régionale de moins en moins extensive, et ne pourront donc être établies que pour le continent européen, ou telle de ses parties seulement. Elles n'en auront pas moins leur utilité pour la géologie de chaque province ou de chaque bassin.

III. Unification paléontologique.

Le Congrès de Berlin n'a pas abordé les questions relatives à la nomenclature des fossiles. Mais il a donné son entière approbation à un projet qui, s'il peut être réalisé, fera faire de grands progrès à ce genre d'unification, par la voie pratique, comme la Carte géologique

d'Europe en fera faire inévitablement à l'unification des couleurs. M. Neumayr, professeur à l'université de Vienne, avait exposé déjà à la conférence des commissions internationales à Zurich, le plan d'un *Nomenclator paleontologicus* international, qui avait été très favorablement accueilli. Ce plan a été exposé dans une brochure, imprimée en 1883 à Bologne par les soins de M. le prof. J. Capellini. Le Congrès de Berlin a dônné sa sanction à ce projet, et a nommé une commission pour concourir avec M. Neumayr à sa réalisation. M. Neumayr sera le rédacteur en chef de la publication avec l'assistance et les conseils de MM. Rœmer, Gaudry, Etheridge et Zittel. Ces noms sont une garantie de l'esprit dans lequel sera dirigé le travail. Cette commission choisira, parmi les spécialistes, des collaborateurs au nombre d'une trentaine environ, dont chacun sera chargé de la partie du travail qui concerne sa spécialité.

La publication se fera sur le plan de l'ouvrage de Bronn, paru en 1848 sous le nom de *Enumerator* et *Nomenclator*, avec cette différence que au lieu de prendre d'emblée l'ordre alphabétique, on consacrera un volume à chacune des grandes divisions du régime organique, et que c'est dans chacun de ces volumes séparément qu'on appliquera l'ordre alphabétique. Il y aura lieu ensuite à consacrer un ou deux volumes à un *Enumerator* systématique, et à un *Index*. Le tout pourra former une quinzaine de volumes grand in-8°. Le texte sera en latin, sauf l'introduction qui sera en langue française. On évitera avec soin de créer des noms nouveaux dans ce *Nomenclator*, qui ne pourra pas contenir de planches, mais fera seulement connaître la synonymie exacte de chaque espèce fossile, d'animaux et de plantes. Si le travail de

quelque collaborateur l'oblige à créer de nouveaux noms, il le fera dans une publication séparée, qu'il pourra citer dans sa compilation.

Espérons que la Commission ne tardera pas trop à nous faire connaître les mesures qu'elle a prises pour l'exécution de cet utile travail et les noms des collaborateurs choisis.

IV. Résultats divers.

En dehors des travaux d'unification géologique, qui ont été jusqu'ici, et doivent rester, le but principal de nos Congrès internationaux, le comité d'organisation de Berlin avait pourvu à divers autres moyens d'attirer, d'intéresser et d'instruire les géologues. J'en dirai quelques mots pour finir.

a) Exposition géologique.

Ce n'était pas un des moindres intérêts du Congrès, que cette belle exposition géologique, organisée dans les salles de l'étage supérieur de la *Bergacademie*. Elle se composait de deux parties distinctes, les cartes et les collections.

En fait de cartes il y en avait de pays très divers, et à toutes les échelles, depuis celles préparées en vue de la Carte géologique internationale, jusqu'aux magnifiques panneaux formés par l'assemblage des feuilles prussiennes au 1 : 25,000^{me}, occupant chacun une paroi de la salle, et représentant, l'une les environs de Berlin, l'autre la région thuringienne et le sud du Harz.

Quant aux collections, exposées dans des vitrines *ad hoc*, j'en donnerai peut-être une idée en disant que le catalogue, qu'on nous a distribué, est un volume in-8° de

150 pages, qui n'énumère même qu'une partie des séries exposées, au nombre d'une quarantaine au moins : séries de roches étudiées microscopiquement; séries de minéraux ; et surtout séries de fossiles remarquables de divers pays; la plupart exposées par des géologues ou des établissements allemands. Plusieurs avaient un grand intérêt comme provenance exotique : Égypte, Chine, Japon, etc. ; d'autres un grand intérêt paléontologique, comme les poissons, crustacés et plantes du Crétacique de Westphalie et les stégocéphales de Saxe; d'autres enfin présentaient surtout un intérêt stratigraphique.

Ce sont d'ailleurs des choses à voir et non à énumérer. Je veux toutefois mentionner spécialement, vu la curiosité du cas, la remarquable collection de *fossiles scandinaves* recueillis... aux environs de Berlin ! dans les cailloux erratiques du Nord, par M. le prof. Remélé de Eberswalde. Il y avait là de quoi rendre jaloux les géologues suédois, qui récoltent rarement *in situ* d'aussi beaux fossiles que ces Trilobites et Mollusques erratiques, qui, au nombre de plus de 276, représentaient tous les terrains fossilifères du Cambrien au Tertiaire inclusivement.

b) Musées et établissements publics.

Je ne mentionnerai qu'en passant les facilités exceptionnelles qui étaient faites aux membres du Congrès pour la visite des collections publiques de Berlin : Musée de l'Université, *Geologische Landesanstalt*, École polytechnique de Charlottenburg, etc., et même des musées archéologiques, artistiques, industriels et agronomiques.

Tout cela reste à Berlin, et pourra être visité en tout temps. Le Musée de l'Université gagnera même à être vu dans quelques années, quand il aura été installé dans le gigantesque palais que l'on construit *ad hoc*.

c) LECTURES ET CONFÉRENCES.

Le comité d'organisation avait cru bien faire, pour augmenter l'intérêt des séances du Congrès, en réservant une partie de chacune d'elles pour des exposés scientifiques particuliers. Cette innovation n'a pas été du goût de tout le monde, à preuve que souvent la salle se vidait en partie lorsque commençait ce second acte. Quand on est fatigué par une séance déjà longue, ou excité par la discussion, on n'est pas dans les dispositions nécessaires pour entendre un discours plus ou moins allongé, sur un sujet parfois très spécial, en langue étrangère pour beaucoup d'auditeurs, et que l'on pourra plus tard lire tranquillement chez soi. Je ne voudrais pas repousser l'admission, en dehors des séances ordinaires, de conférences données par des hommes éminents, comme nous en avons eu quelques-unes, mais elles doivent être dites et non lues, et se rapporter à des sujets d'un intérêt général pour les géologues. Ce sont là les observations que j'ai entendu émettre par plusieurs membres du Congrès, et dont je me fais le porte-voix.

Parmi les communications privées, je voudrais toutefois en signaler une qui concourait au but général du Congrès et qui a été très favorablement accueillie. Il s'agit d'un *Dictionnaire géologique* qu'a entrepris M. le prof. Vilanova, de Madrid, dont il a déjà réalisé une édition *franco-espagnole*, et qu'il voudrait étendre à toutes les langues européennes principales. Il réclamait pour cela le concours de ses collègues de divers pays.

d) EXCURSIONS GÉOLOGIQUES.

Pour joindre la pratique à la théorie, le comité de Berlin avait organisé, comme suite au Congrès, des excur-

sions d'une huitaine de jours. Grâce aux facilités extrêmes (trains spéciaux gratuits, etc.), accordées par le gouvernement prussien et d'autres administrations, ainsi qu'à l'amabilité et au dévouement des géologues allemands, ces excursions ont été très agréables et très instructives. La géologie sur le terrain est nécessairement de la géologie locale, toutefois certaines dispositions et certains phénomènes ont, par le fait des circonstances, une portée beaucoup plus générale. C'était le cas de plusieurs des points que l'on nous a montrés. Sans dédaigner en aucune manière la géologie locale, je ne dois parler ici que de celles de nos excursions qui avaient une portée générale.

1° Le *Harz,* cet îlot géologique primaire, au milieu des plaines de la Basse-Allemagne, a reçu notre première visite. Nons n'avons fait que l'aborder par son côté N.-E., à Thale. Ayant en main une jolie carte géologique au 1 : 25.000me, préparée pour la circonstance par MM. Lossen et Dames, et sous la conduite de ces aimables collègues, nous avons vu son noyau granitique, recouvert de Dévonien métamorphique et bordé d'affleurements triasiques et crétaciques.

1° Les *Mines de sel de Stassfurt,* où l'on nous a conduits ensuite, nous ont montré les formations halogènes ou lagunales, de la base du Trias, où peut-être même du Permien tout à fait supérieur. En parcourant, dans l'une ou l'autre des nombreuses mines de la contrée, ces larges galeries horizontales, qui vont des bords vers le centre du bassin, nous traversions les diverses zones de sels, *Halite, Polyhalite, Kieserite, Carnallite,* d'une solubilité de plus en plus forte, qui démontrent avec une évidence parfaite qu'elles sont le produit de l'évaporation successive d'une lagune extra-salée. C'est le gisement classique par

excellence pour comprendre le mode de formation des gypses et du sel gemme par précipitation hydro-chimique.

3° Aux environs de *Leipzig*, une excursion dans le Diluvium, sous la conduite de M. le prof. Credner, a démontré aux moins crédules que les grands glaciers scandinaves de l'époque quaternaire venaient mourir au pied de l'Erzgebirg.

Quelques membres du Congrès avaient fait auparavant une excursion dans le Diluvium des environs de Berlin, qui leur avait montré l'interstratification d'un sable fossilifère fluvio-lacustre entre deux nappes d'erratique glaciaire du nord. C'est un cas analogue à celui de Durnten et Wetzikon, dans le canton de Zurich, mais ici les couches interglaciaires renferment les débris de *Elephas antiquus*, tandis que dans les sables interglaciaires de Berlin on trouve au contraire, paraît-il, *Elephas primigenius*, qui, en Suisse, est toujours post-glaciaire. Faut-il en conclure que la phase interglaciaire du nord de l'Allemagne soit beaucoup plus récente que la nôtre, et que tandis que nos glaciers alpins avaient définitivement battu en retraite, les glaciers scandinaves soient revenus encore une fois recouvrir le sol de Berlin ? Je n'y vois rien d'impossible ! Mais peut-être aussi cela tient-il à une distribution géographique différente de ces deux espèces d'éléphants, et les deux phases interglaciaires sont-elles en réalité de même âge ? Je ne saurais me prononcer [1].

4° Dans l'*Erzgebirg* une trentaine de membres du Congrès ont poussé jusqu'à Ober-Mittweida, sous la conduite de M. Sauer, l'auteur de cette section de la carte géologique de Saxe au 1 : 25.000e, pour constater la présence

[1] Voir Keilhack, Interglaciales Torflager v. Lauenburg. — Jahrb. K. Preuss. Geol. Landesanstalt, 1885.

de conglomérats métamorphiques, interstratifiés dans les Gneiss et Micaschistes. Aucun doute ne nous est resté à ce sujet ; mais... (il y a toujours des mais) rien ne prouve que ces schistes cristallins, avec leurs conglomérats interstratifiés, soient réellement d'âge *Archéen*, comme on l'admet. Ils pourraient être tout aussi bien du Paléozoïque métamorphique. Le gisement ne permet pas de rien dire à cet égard.

5° Enfin la *Bastei* (Suisse saxonne), dont M. le prof. Geinitz père a bien voulu nous faire les honneurs, nous a émerveillés par ses remarquables phénomènes d'érosion, comparables, à quelques égards, aux *Canons* du Colorado. M. de Margerie, qui nous accompagnait, pourrait en parler sciemment, lui qui a si bien résumé les travaux du capitaine Dutton. M. Geinitz attribue ces profondes érosions du *Quadersandstein* à la fonte des anciens glaciers scandinaves.

Tels sont les principaux résultats scientifiques, qui ressortent plus ou moins directement du Congrès des géologues à Berlin. Je n'aurais garde d'oublier, cela va sans dire, les bonnes relations de confraternité, établies ou renouvelées, entre collègues éloignés, qui n'ont que trop rarement l'occasion de se rencontrer.

J'ajoute seulement que dans sa dernière séance le Congrès a décidé de tenir sa prochaine session à Londres en 1888, fin d'août ou commencement de septembre ; et qu'en 1886 la Commission de la carte d'Europe se réunira à Paris en septembre, et la Commission de nomenclature stratigraphique probablement à Genève, en même temps que la Société Helvétique des sciences naturelles.

Lausanne, décembre 1885.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

René Benoit. Construction des étalons de résistance électrique.

On sait que le Congrès international des électriciens de 1881 avait, en adoptant le système des unités de l'Association britannique, décidé que l'ohm serait représenté par la résistance à 0° d'une colonne de mercure d'une section d'un millimètre² et dont la longueur exacte devait être déterminée par de nouvelles expériences. En 1884, une nouvelle réunion de la Conférence internationale fixa à 1m,06 la longueur de la colonne mercurielle représentant l'ohm légal. Cette longueur se rapprochait en effet beaucoup de la moyenne de celles obtenues dans ces dernières années par MM. Wild, Mascart, Lord Rayleigh, etc. Depuis cette époque, on s'est occupé partout de réaliser des étalons à mercure représentant l'unité adoptée; en France, M. J.-R. Benoit, adjoint au Bureau international des poids et mesures, a été chargé de ce travail par le ministre des Postes et Télégraphes, et il a fait connaître dans une brochure de 80 pages les méthodes qu'il a employées. Ces méthodes se distinguent par plusieurs points de celles employées avant lui par Siemens, Dehms, Strecker et autres, et les résultats doivent être considérés comme particulièrement exacts, étant donnés les instruments de précision que l'auteur a pu utiliser par sa position au Bureau international des poids et mesures. M. Benoit s'était proposé et a réussi à construire par des retouches successives des étalons qui ont exactement la valeur de l'ohm légal, tandis que ses devanciers, dans des détermina-

tions analogues, s'étaient surtout proposés d'obtenir la valeur précise des résistances mercurielles qu'ils construisaient, sans chercher à réaliser exactement l'unité demandée. Les chiffres suivants qui donnent en ohms légaux la valeur calculée de la résistance des 4 étalons mercuriels préparés par M. Benoit montrent le degré de précision auquel il est parvenu.

Étalon n° 1......	0,999999
» 2......	1,000004
» 3......	0,999979
» 4......	0,999994

Ces étalons se composent de tubes de verre droits ayant la grosseur d'une tige de thermomètre ordinaire et qui sont préalablement divisés en millimètres, ils pénètrent par leurs extrémités dans les tubulures latérales de deux flacons de large diamètre qui servent à établir les communications entre les étalons et les résistances auquelles on veut les comparer. Si l'on a déterminé la longueur exacte d'une division, la capacité moyenne du volume compris entre ses extrémités ainsi que les corrections de calibrage nécessaire pour tenir compte du fait que le tube n'est pas cylindrique, on peut calculer la résistance de chaque tube rempli de mercure. On le coupe ensuite et on l'ajuste de façon que sa résistance représente exactement l'ohm légal.

Pour vérifier les résultats et s'assurer du degré de précision que l'on obtient de cette manière, il reste à comparer les étalons deux à deux par des mesures électriques. On se sert pour cela d'une modification du Pont de Wheatstone, due à Fleeming Jenkin. Les deux étalons à comparer forment successivement la quatrième branche d'un Pont dont les trois autres sont constituées par des bobines de résistance invariable. Le galvanomètre, au lieu de s'attacher directement au point de jonction de l'étalon et de la bobine adjacente, est fixé à un curseur que l'on peut déplacer le long d'un fil exactement calibré et de résistance connue, et ce sont les extrémités de ce fil qui joignent l'étalon avec la bobine, formant la branche adjacente du Pont. Au moyen d'un commutateur, on peut substituer à l'un des étalons celui auquel on

veut le comparer. Dans ces conditions si les deux étalons étaient identiques, le galvanomètre resterait immobile, et la déviation qu'il subit si les résistances des étalons ne sont pas égales peut être annulée par un déplacement convenable du curseur. La mesure de ce déplacement donnera précisément la différence de résistance des étalons à comparer. Les résultats sont les suivants :

Étalon n° 1........	1,000018	ohm légal.
» 2........	0,999996	»
» 3........	0,999959	»
» 4........	1,000003	»

Comparés à ceux du premier tableau, ces résultats montrent que les différences entre les valeurs moyennes des résistances *réelles* et des résistances *calculées* ne dépassent pas $^2/_{100000}$ d'ohm.

On peut donc considérer les étalons ainsi obtenus et qui doivent servir à la comparaison des copies d'ohms légaux, utilisées en France comme exacts à $^1/_{100000}$ près.

M. R.-T. Glazebrook [1] a comparé trois copies des étalons de M. Benoit soit avec les étalons d'ohms légaux construits par MM. Elliott frères pour l'Association britannique, soit avec les anciens étalons de l'ohm de cette Association en les réduisant en ohms légaux sur le pied de

$$1 \text{ ohm légal} = 1{,}0112 \text{ ohm B. A.}$$

Les étalons français se sont trouvés en moyenne de 0,0005 d'ohm légal plus grands que les étalons construits en Angleterre.

Dr ALOÏS GEISTBECK. DIE SEEN DER DEUTSCHEN ALPEN (LES LACS DES ALPES ALLEMANDES; MONOGRAPHIE GÉOGRAPHIQUE), grand in-folio, 47 pages, 8 planches, 128 figures, cartes et profils. Leipzig, 1885.

C'est un grand et important travail sur un intéressant chapitre de la physique du globe que nous avons à annoncer aujourd'hui; l'auteur a entrepris l'étude comparative des

[1] *Philosophical Magazine*. Oct. 1885, n° 125, p. 348.

lacs de la Haute-Bavière et des Alpes autrichiennes, et les a décrits aux points de vue hydrographiques, géologiques et physiques.

Il divise les lacs en trois classes :

1° Les lacs de la région montagneuse, qu'il sépare en lacs de haute montagne, et lacs de vallées et de plateaux. Il n'en énumère pas moins de 262, dont 22 dans les Alpes de Salzbourg, 138 dans les Alpes de Bavière et 102 dans les Alpes de l'Algau.

2° Les lacs du pied des Alpes (Randseen), lacs de plus grandes dimensions, situés à la sortie des vallées alpines.

3° Les lacs de plaine, grands et petits lacs remplissant les dépressions de la plaine qui s'étend au-devant des Alpes.

Il les étudie dans une dissertation très savante et riche en faits et en comparaisons intéressantes, à tous les points de vue de la géographie physique, et spécialement :

Au point de vue géologique. L'auteur se range sans hésitation dans l'école de Penck qui attribue essentiellement à l'action glaciaire l'origine des lacs de nos contrées, soit par l'arrêt des eaux derrière des barrages de nature morainique, soit par l'érosion du sol sur lequel les glaciers se sont écoulés. Dans cette belle controverse, fort énergiquement débattue de nos jours entre les géologues allemands Penck, Böhm, Brückner, etc., qui soutiennent l'origine glaciaire des lacs, et les géologues suisses Studer, Favre, Rutimeyer, Heim qui refusent de reconnaître aux glaciers une action suffisante pour expliquer à eux seuls la formation des grands lacs, la monographie de Geistbeck, qui réunit une foule de documents importants et nouveaux, mérite d'être étudiée avec grande attention.

Au point de vue hydrographique. L'auteur a profité des travaux antérieurs qu'il a dû fréquemment corriger, et il y a joint ses travaux personnels, dont la somme peut être appréciée par le chiffre de 1716 sondages opérés par lui-même. Il donne les cartes hydrographiques avec courbes horizontales de 10 mètres d'équidistance, de 5 mètres même pour quelques lacs peu profonds, des lacs de Starnberg, Walchen, Staffel, Rieg, Pilsen, Achen, Plan-Heiterwang, Taching-Waging,

Spitzing, Tegern, Kochel, Schlier, cartes au $^{1}/_{25000}$, des lacs de König-Obersee (d'après Simony) et Ammer, cartes au $^{1}/_{50000}$. Une série de 81 profils à diverses échelles élucident les détails principaux de la structure de ces lacs.

Nous renvoyons à l'original pour les faits nombreux révélés par cet énorme travail hydrographique; nous nous bornerons à indiquer ici les profondeurs maximales mesurées par Geistbeck, valeurs qui diffèrent souvent notablement de celles des auteurs qui l'ont précédé :

Walchensee....	196 m.	Tegernsee......	71 m.
Königsee......	183 »	Kochelsee......	66 »
Achensee......	133 »	Schliersee......	39 »
Starnbergersee.	114 »	Staffelsee.......	35 »
Ammersee.....	78 »	Eibsee.........	28 »
Plansee........	76 »	Wagingersee ...	27 »
Chiemsee......	74 »	etc.	

Au point de vue de la physique des lacs, l'auteur a étudié la chaleur des eaux, la congélation de la surface, la couleur et la transparence des eaux. Il y a dans ce chapitre une foule d'observations intéressantes et nouvelles.

Nous signalerons en particulier une distinction ingénieuse entre les lacs, que Geistbeck divise en lacs *chauds* et lacs *froids*. On sait qu'une série de sondages thermométriques faits en été dans un lac de nos régions tempérées montre la superposition de trois couches :

a Une couche superficielle, chaude, de chaleur presque uniforme, de 5 à 10 à 15 m. d'épaisseur.

b Une couche moyenne, à chaleur diminuant d'abord très rapidement, puis plus lentement, puis très lentement, couche qui se continue par transitions insensibles avec la couche inférieure.

c Une couche profonde, de température très basse, uniforme.

Dans les lacs froids de Geistbeck, dont il cite comme exemples le Königsee, le Starnbergersee, le Walchensee et l'Achensee, la couche moyenne est peu épaisse, et la décroissance de chaleur est très rapide. Dans les lacs chauds, au contraire,

représentés par la grande généralité des lacs des Alpes allemandes, la couche moyenne est d'épaisseur considérable, et la décroissance de température est lente. Il en résulte que la grande masse du lac, celle qui est à l'abri des variations périodiques diurnes et annuelles, est plus froide et relativement plus considérable dans les lacs froids que dans les lacs chauds, que la température moyenne d'une couche de même épaisseur est plus basse dans les premiers que dans les seconds.

Les causes de cette différence doivent être cherchées, d'après Geistbeck, avant tout dans l'importance relative des affluents rapportés à la superficie du lac; plus les affluents sont considérables, plus le lac sera chaud; puis dans la situation plus ou moins protégée du lac contre l'action du soleil et des vents; plus le lac est garanti contre ces influences, plus il est froid[1]. F.-A. F.

[1] Je crois devoir profiter de cette occasion pour donner une explication aux lecteurs des *Archives*, qui sont peut-être étonnés de mon long silence. J'ai commencé en 1880 une série d'études sur la température du Léman et des lacs suisses, études que je croyais pouvoir mener rapidement à bonne fin. Mais je me suis bientôt trouvé en présence de tant de faits à démêler et de lois si compliquées, que j'ai été forcé d'accumuler les observations et les expériences pour en obtenir une vue suffisamment claire. J'espère être bientôt en état de reprendre la publication de ces observations, et essayer la théorie des variations de chaleur du lac Léman. On verra alors qu'il ne suffit pas d'une seule série de sondages dans un lac, ou même d'une seule année d'observations pour rendre compte de la température de ce lac. En attendant, je veux indiquer ici la classification thermique des lacs que je proposerai en regard de celle de Geistbeck que je viens d'exposer, et de celle de Woeikoff (*Archives*, XV, 5; janvier 1886). Au point de vue thermique je divise les lacs en :

1° Lacs peu profonds, soumis dans toute leur masse aux variations annuelles de la chaleur.

2° Lacs profonds, dont la couche inférieure est à l'abri des variations annuelles et n'est soumise qu'aux variations périodiques lustrales (variations de longue périodicité, irrégulière).

F.-A. Forel.

CHIMIE

H. GOLDSCHMIDT et ROBERT ZÜRRER. CARVOXIMES. (*Berichte*, XVIII, p. 1729 et 2220 Zurich.)

La carvoxime[1] fond à 71° et se décompose en distillant partiellement vers 240°. Son éther méthylique est liquide, son odeur rappelle celle des carottes, son éther benzoïque forme des aiguilles fusibles vers 95°. Si on fait passer un courant d'acide chlorhydrique dans une dissolution de carvoxime dans l'alcool méthylique et qu'on ajoute de l'eau, il se dépose des prismes fusibles à 132°,5 qui sont une combinaison de l'acide chlorhydrique avec la carvoxime; un isomère de ce corps s'obtient en faisant passer un courant d'acide dans une solution de carvoxime dans l'éther, mais ce sel est instable, l'eau le décompose, de même si on le chauffe à 100°, tandis que le premier corps peut être chauffé à 160° sans se décomposer. La carvoxime chauffée avec de l'acide sulfurique dilué régénère le carvol.

La carvoxime obtenue du carvol par l'hydroxylamine $C_{10}H_{14}NOH$ est identique avec celle qu'on obtient par l'action du chlorure de nitrosyle sur un des terpènes $C_{10}H_{16}$ du groupe des limonènes. Le corps qui en résulte, $C_{10}H_{16}NOCl$, chlorure de nitrosylhesperidine porté à l'ébullition avec de l'alcool se transforme directement en carvoxime. Mais le chlorure de nitrosylhesperidine n'est pas identique avec la combinaison de la carvoxime avec l'acide chlorhydrique $(HCl) C_{10}H_{14}NOH$, qui renferme certainement le groupe oximide tandis qu'il n'existe pas dans le premier qui a probablement la constitution $(HOH)C_{10}H_{14}NCl$ et qui peut s'additionner deux atomes de Br.

Les auteurs ont commencé l'étude du nitrosoterpène fusible à 129°, qui est un isomère de la carvoxime, renfermant comme elle le groupe isonitrosé, mais qui réagit différemment avec les chlorures d'acides, ainsi qu'avec l'acide chlorhydrique.

[1] *Archives*, XIII, p. 432.

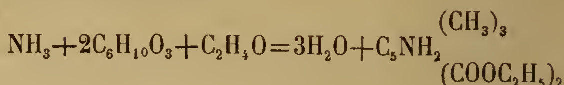
Eduard Kreysler. Éthers de l'acide phosphorique avec les phénols. (*Berichte*, XVIII, p. 1700 et 1706. Zurich.)

Si on chauffe de l'oxychlorure de phosphore avec un excès d'isobutylphénol, isamylphénol, o— ou m— xylénol, avec du carvacrol ou du thymol, on obtient environ 80 °/₀ des éthers neutres phosphoriques de ces phénols; ce sont en général des liquides sirupeux qui ne peuvent être distillés que dans le vide; l'éther carvacrylique forme des prismes ou tables fusibles à 74°. En distillant ces éthers avec du cyanure de potassium on obtient les nitriles correspondants; le rendement est d'environ 30-40 °/₀. Le nitrile obtenu du phosphate de triphenisobutyle est identique avec celui obtenu de l'amidoïsobutylbenzol, ils fournissent tous deux par saponification le même acide isobutylbenzoïque fusible à 161°. L'isobutylbenzonitrile est probablement identique à l'isamylbenzonitrile, donnant tous deux le même acide isobutylbenzoïque fusible à 158° et appartenant à la série para. Les mèta et o— xylonitriles sont des huiles. Le nitrile obtenu du phosphate de tricarvacryle est aussi huileux, saponifié on obtient des aiguilles fusibles à 75° qui sont l'acide p—isopropyl—o—toluilique. En distillant les phosphates des phénols avec de l'acétate ou du benzoate de soude on obtient les éthers acétiques ou benzoïques des phénols, le rendement est d'environ 60 °/₀. En chauffant le phosphate de triphényle avec du sulfure potassium on n'obtient pas du sulfure de diphényle mais un triphénylthiophosphate $(C_6H_5)_3PSO_3$ à côté du phénol de diphényle et d'oxyde de diphényle. Distillé avec de la magnésie le phosphate de triphényle donne de l'oxyde de diphényle, tandis qu'avec de la chaux ou de l'oxyde de zinc il se forme de l'oxyde de diphénylène, mais surtout dans les deux cas du benzolphénol.

R. Michael. Nouvelle synthèse de dérivés de la pyridine. (*Berichte*, XVIII, p. 2020. Zurich.)

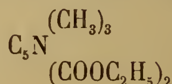
Hantzsch a déjà montré (*Ann. Chem. Pharm.*, 215, p 1) qu'on obtient des dérivés de la pyridine par l'action d'une

molécule de NH_3 sur 2 molécules d'éther acétacétique et une molécule d'acétaldehyde.



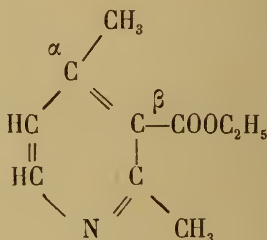
$$NH_3 + 2C_6H_{10}O_3 + C_2H_4O = 3H_2O + C_5NH_2\begin{matrix}(CH_3)_3\\(COOC_2H_5)_2\end{matrix}$$

combinaison qui peut perdre 2H et se transformer en



$$C_5N\begin{matrix}(CH_3)_3\\(COOC_2H_5)_2\end{matrix}$$

Michael a trouvé qu'on pouvait remplacer une molécule de l'éther acétacétique par une molécule d'aldéhyde, mais pas les deux, et qu'on obtient l'éther de la lutidine monocarbonatée,



huile qui bout vers 246°-247° et se dissout dans les acides.

Le sel de platine est caractéristique, il forme des prismes fers de lances peu solubles dans l'alcool concentré et dans l'eau, il fond en se décomposant vers 191°.

L'acide lutidinecarbonique cristallise avec 2 molécules d'eau et ressemble beaucoup à son homologue de la collidine; si on lui enléve CO_2 on obtient la lutidine $\alpha.\gamma.$, si au contraire on l'oxyde on obtient un acide tricarbopyridique, où les carboxyles sont à la place α β. et γ, il est en effet identique à celui qu'ont obtenu Hoogewerf et v. Dorp, Ramsay et Dobbie, Weidel, Skraup, etc.

Cet acide chauffé à 180° perd de l'acide carbonique et se transforme en acide cinchoméronique, prismes fusibles à 258°.

A. Hantsch. Sur la constitution des dérivés de la pyridine. (*Berichte*, XVIII, p. 1744. Zurich.)

Ce travail se rapporte aux acides pyridine-dicarbonés et parmi eux à la détermination de la constitution de la formule de l'acide isocinchoméronique. Ce dernier peut s'obtenir synthétiquement en oxydant une lutidine de constitution $\alpha\alpha'$. Il a les mêmes propriétés physiques que l'acide isocinchoméronique de Weidel et Herzig. Cependant lorsqu'on le chauffe à 160° il se décompose essentiellement en pyridine et acide carbonique. — Les traces d'acide monocarboné qui se forment sont de l'acide picolique et non de l'acide nicotinique. On peut maintenant considérer comme connues les constitutions de quatre des acides dicarbonés dérivés de la pyridine. Ce sont :

Acide quinoléique	=	$\alpha\ \beta$
Acide isocinchoméronique	=	$\alpha\ \alpha'$
Acide lutidique	=	$\alpha\ \gamma$
Acide cinchoméronique	=	$\beta\ \gamma$

BOTANIQUE

Frank. Sur la nutrition de quelques arbres a l'aide de champignons souterrains en symbiose avec leurs racines.

Nous empruntons au Bulletin de la Société botanique de France l'extrait suivant du mémoire de M. Frank dans les *Berichte der deutschen botanischen Gesellschafft*, qui occupe beaucoup l'attention.

D'après cet auteur, si l'on examine une radicelle d'une Cupulifère quelconque, on la trouve formée de deux parties dont l'origine est très différente. La partie centrale est la radicelle véritable, où l'on distingue plérome, périblème dermatogène et coiffe; la partie externe est constituée par un lacis de filaments d'un champignon formant un manteau plus ou moins épais qui recouvre complètement l'organe précé-

dent. Les deux éléments ainsi associés sont intimement soudés entre eux, car non seulement les filaments de la Cryptogame pénètrent dans les membranes des cellules radiculaires et y forment un réseau, mais leur développement est parallèle à celui de la racine.

L'ensemble des deux corps ainsi réunis forme un tout qui n'est ni une radicelle ni un Champignon, mais une symbiose de deux êtres différents qui se rendent des services réciproquement, et que M. Frank appelle *mycorhiza.* En effet, les filaments externes de la Cryptogame se transforment en organes pilifères qui puisent dans le sol les sucs qui servent aussi bien au mycélium qu'à la racine, car cette dernière ne produit plus de poils radicaux. En revanche, l'arbre fournit probablement au Champignon les éléments nutritifs utiles, car ils vivent souvent plusieurs années en association sans qu'une des parties du *mycorhiza* semble se développer au détriment de l'autre. La disparition des poils radicaux et la réduction de la coiffe sont les seules modifications qui résultent toujours du rapprochement des deux êtres.

L'étude de M. Frank met en évidence un autre fait inattendu : c'est que la Cryptogame se rencontre sur toutes les racines de Cupulifères, quel que soit le terrain dans lequel elles poussent (diluvium, grauwacke, etc.), quel que soit le pays dont elles proviennent (île Rugen, Sarrebruck, toutes les forêts de la Prusse, de l'Italie, etc.). Il semble même à l'auteur que le fait précédent est une preuve nouvelle de la parfaite homogénéité du groupe des Cupulifères, car la symbiose dont il vient d'être question s'observe sur toutes les racines de cette famille, tandis qu'elle n'existe chez aucune Bétulacée. On constate cependant quelquefois l'existence d'un mycélium sur les racines de plusieurs espèces de Salicinées et de Conifères, mais jamais, dans ce cas, l'association n'est aussi constante ni aussi universellement observable. Elle n'existe pas chez toutes les espèces de la famille et, pour une autre espèce, elle fait souvent défaut.

Une question reste à élucider après le travail de M. Frank. On ignore à quelle Cryptogame appartient le mycélium qui recouvre les racines des Cupulifères. Ce Champignon a été

très bien observé et décrit par M. Gibelli [1], mais cet auteur s'est trompé en l'identifiant au Champignon qui croît sur les racines pourries des Châtaigniers (*Diplopodia castanea,* Sacc.). La description donnée par M. Hartig du *Rosellinia quercina*, qui produit une maladie des Chênes, ne s'accorde non plus, en aucune façon, avec l'exposé précédent.

Le fait important que M. Frank a donc voulu mettre en lumière dans le travail actuel, c'est qu'une racine et un mycélium de Champignon peuvent vivre pendant plusieurs années en *consortium* presque comme l'Algue et le Champignon d'un Lichen.

Depuis la publication de la communication précédente, M. Woronin a réclamé la priorité de la découverte des mycorhizes pour M. Kamienski, qui a publié en 1882 un mémoire intitulé : Les organes végétatifs du *Monotropa Hypopitys* (*Mém. de la Soc. des sc. nat. et math. de Cherbourg*, t. XXIV), dans lequel cet auteur a exposé un cas de symbiose analogue à celui décrit par M. Frank.

Pendant la séance du 20 juillet 1885 de la Société botanique allemande, M. Rees s'est occupé également de la même question. Il résulte de ses recherches, poursuivies depuis 1880, sur la symbiose de l'*Elaphomyces* et des racines de Conifères, qu'il y a identité entre les résultats obtenus par M. Frank et les siens quant à l'organisation, au développement et à la diffusion géographique de ce *mycorhiza*.

[1] *Nuovi studi sulla malattia del Castagno.* Bologne, 1883.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 28 janvier 1886.

Pfaff et Frueh. Méta-amidophénol. — Fittig et Lévy. Action du sodium sur le terpénate d'éthyle. — Ree. Acide sulfophtalique et derivés. — Græbe et Schudel. Auromine.

MM. F. Pfaff et C. Frueh ont commencé des recherches sur le méta-amidophénol, corps qui n'avait pas encore été obtenu à l'état de pureté. On le prépare en réduisant le métanitrophénol avec le zinc et l'acide chlorhydrique d'après le procédé de M. Bantlin; on précipite le zinc par l'hydrogène sulfuré et on concentre le liquide filtré d'abord en le chauffant au bain de sable dans le vide, et en achevant la dessiccation au bain-marie; sans ces précautions on ne peut pas obtenir un chlorhydrate pur. Il ne reste plus qu'à décomposer ce sel avec la quantité calculée de carbonate acide de potassium; le méta-amidophénol qui se dépose est encore cristallisé dans le benzol, puis sublimé (point de fusion 120-121°).

Le méta-amidophénol se prête en général à toutes les réactions des phénols amidés. Le dérivé diméthylé a été préparé par l'action de l'iodure de méthyle (2 mol.) sur la solution du chlorhydrate (1 mol.) dans l'alcool méthylique, en présence d'un excès de potasse caustique. C'est un corps liquide qui bout sans décomposition et s'altère rapidement au contact de l'air.

Le diéthylamidophénol a été obtenu de la même manière.

Le chlorure de benzoyle réagit sur le méta-amidophénol avec production d'un dibenzoyle-méta-amidophénol qui s'altère très rapidement au contact de l'air.

Toutes ces recherches seront poursuivies.

M. S. Lévy rend compte d'un travail, exécuté en collaboration avec M. le prof. Fittig, relatif à l'action du sodium métallique sur l'éther éthylique de l'acide terpénique. On obtient ainsi un mélange de deux corps isomériques, répondant à la formule $C_{15}H_{22}O_5$, qu'on ne parvient pas à séparer par des cristallisations répétées; il faut dans ce but leur faire subir la série de transformations suivante :

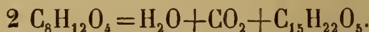
On traite le produit résultant de l'action du sodium sur l'éther terpénique par l'eau de baryte avec laquelle les deux isomères en question forment des combinaisons très différentes. La première, ou modification α, est peu soluble dans l'eau et cristallise avec 6 molécules d'eau de cristallisation ($C_{15}H_{24}O_7Ba+6H_2O$), tandis que la seconde, ou modification β, se dissout facilement dans l'eau et donne un sel cristallisé dont la composition est exprimée par la formule $C_{15}H_{24}O_7Ba+3\frac{1}{2}H_2O$.

Lorsqu'on cherche ensuite à isoler les acides correspondant à ces deux sels de baryum, il y a élimination d'eau et l'on obtient deux acides lactoniques isomères $C_{15}H_{24}O_6$ α et β, parfaitement distincts; l'acide α fond à 158°-160° et se dissout très facilement dans l'eau, l'acide β fond à 186°, est très peu soluble dans l'eau.

Ces deux acides lactoniques, traités par l'acide chlorhydrique à chaud, perdent chacun une molécule d'eau pour se convertir en deux combinaisons parfaitement neutres répondant à la formule $C_{15}H_{22}O_5$ et que l'on doit regarder, par suite de leur mode de formation, comme des dilactones; la modification α fond à 153°, la modification β à 135°. Ces deux corps neutres ont non seulement la même composition que le mélange primitif des deux isomères, mais soumis à l'action de l'eau de baryte ils se transforment dans les deux sels mentionnés plus haut α-$C_{15}H_{24}O_7Ba+6H_2O$ et

β-$C_{15}H_{24}O_7Ba+3\frac{1}{2}H_2O$, aussi doit-on les regarder comme étant les deux corps constituant le mélange primitif.

La formation de ces deux composés dilactoniques dérivant de l'acide terpénique s'explique en admettant que 2 mol. de ce dernier perdent sous l'action du sodium 1 mol. H_2O et 1 mol. Co_2, selon que l'exprime l'équation



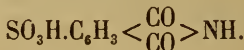
$$2\ C_8H_{12}O_4=H_2O+CO_2+C_{15}H_{22}O_5.$$

Quant à la question de la constitution de ces corps elle ne peut être encore complètement élucidée. Des recherches sont poursuivies dans ce but.

M. A. Ree a poursuivi ses recherches sur l'acide sulfophtalique, recherches dont M. le prof. Græbe a déjà entretenu la Société (voir *Archives* 1885, p. 439). Cet acide peut être préparé non seulement par oxydation du jaune de naphtol S, mais encore par l'action directe de l'acide sulfurique concentré sur l'anhydride phtalique.

Par cette dernière réaction on obtient en même temps une petite quantité de l'acide isomère α-sulfophtalique que l'on sépare en utilisant la différence de solubilité des sels de baryum.

La solution du β-sulfophtalate d'ammonium soumise à l'évaporation laisse déposer un sel acide, qui, chauffé à 160°, se décompose en une sulfophtalimide

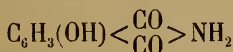


$$SO_3H.C_6H_3<{}^{CO}_{CO}>NH.$$

L'acide β-sulfophtalique a aussi été transformé en un chlorure $SO_2Cl.C_6H_3:(COOH)_2$ (point de fusion 167°-170°), qui sert à préparer l'amide correspondante $SO_2NH_2.C_6H_3:(COOH)_2$ (point de fusion 192°, avec décomposition).

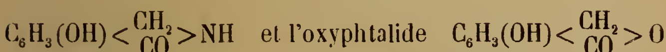
Fondu avec la soude caustique, l'acide β-sulfophtalique se convertit en acide β-oxyphtalique; c'est cette réaction qui a permis de déterminer la constitution de l'acide sulfophtalique. — Pour préparer cet acide β-oxyphtalique on peut très bien employer l'acide β-sulfophtalique brut (contenant un

peu d'acide α; il se forme alors un peu d'acide α-oxyphtalique que l'on sépare très facilement par cristallisation, l'acide β-oxyphtalique étant de beaucoup le moins soluble des deux isomères. La séparation est encore plus complète en précipitant par le benzol la solution éthérée des deux acides, tout l'acide β se dépose le premier. — Chauffé avec l'acide chlorhydrique à 180°, l'acide β-oxyphtalique passe à l'état d'acide oxybenzoïque. Traité par l'ammoniaque gazeuse il se transforme en β-oxyphtalimide



$$C_6H_3(OH)<{CO \atop CO}>NH_2$$

qui sert à préparer l'oxyphtalimidine



$$C_6H_3(OH)<{CH_2 \atop CO}>NH \quad \text{et l'oxyphtalide} \quad C_6H_3(OH)<{CH_2 \atop CO}>O$$

L'acide β-sulfophtalique a encore servi à préparer un acide β-chlorophtalique. Il suffit pour cela de chauffer le chlorure

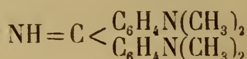


$$SO_2Cl.C_6H_3:(COCl)_2$$

avec du pentachlorure de phosphore. Les éthers méthylique et éthylique de cet acide chlorophtalique ont été étudiés et aucune différence n'a été observée entre les éthers préparés à l'aide du sel d'argent et ceux obtenus avec le chlorure $C_6H_3Cl(COCl)_2$. — Cet acide β-chlorophtalique a servi à préparer une fluorescéine, une monochlorophtalimide, un acide monochlorobenzoylbenzoïque qui, chauffé avec l'acide sulfurique, s'est tranformé en monochloranthraquinone. Enfin l'acide β-sulfophtalique fondu avec le formiate de sodium s'est converti en acide trimellique.

M. le prof. C. Græbe expose les premiers résultats d'un travail sur l'auramine, commencé en collaboration avec M. B. Schudel. On sait que dans l'industrie on prépare par réaction du gaz chloroxycarbonique sur la diméthylaniline une diamido-tétraméthyl-benzophénone $CO:[C_6H_4.N(CH_3)_2]_2$ et que c'est ce dernier corps qui se transforme en aura-

mine lorsqu'on le chauffe avec du chlorure d'ammonium en présence de chlorure de zinc. Cette matière colorante a été fort peu étudiée jusqu'à présent et on lui a attribué la formule suivante qui en fait un produit de condensation de l'ammoniaque et de la kétone ci-dessus mentionnée



$$NH = C < \begin{matrix} C_6H_4N(CH_3)_2 \\ C_6H_4N(CH_3)_2 \end{matrix}$$

Comme on n'a encore publié aucune analyse de l'auramine, MM. Græbe et Schudel ont entrepris d'abord l'étude analytique de ce corps et ont reconnu que la formule admise jusqu'à présent n'est probablement pas exacte. Il est encore difficile actuellement d'indiquer une formule définitive, mais, selon toute vraisemblance, la constitution de l'auramine est beaucoup plus compliquée, car la formule qui s'accorde le mieux avec toutes les analyses de la base libre et de ses différentes combinaisons est celle d'un corps formé de de 2 molécules $NH : C : [C_6H_4N(CH_3)_2]$ et de 1 mol. $CO : [C_6H_4N(CH_3)_2]$.

Ph.-A. Guye.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1886

Le 2, grésil à 9 h. 45 m. du matin.
4, verglas le matin ; brouillard enveloppant à 7 h. du matin.
5, fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
6 et 7, fort vent à 4 h. du soir.
8, grésil dans la nuit; neige depuis 9 h. du soir, hauteur : $^1/_2$ cm.
10, forte bise à 4 h. du soir et depuis 9 h. du soir.
11, forte bise dans la nuit et dans la journée.
12, brouillard le matin; neige l'après-midi, hauteur : 2 $^1/_2$ cm.
13, brouillard le matin ; neige depuis 7 h. du soir, hauteur : $4^{cm},0$.
14, brouillard depuis 8 h. du soir.
15, brouillard tout le jour.
16, brouillard dans la journée; neige de 7 h. à 9 h. du soir, hauteur : $1^{cm},0$
17, brouillard enveloppant le matin.
18, légère neige à 1 h. du soir.
19, neige à 4 h. du soir, hauteur : $0^{cm},2$.
20, brouillard dans la journée.
21, brouillard le matin; neige l'après-midi et le soir, hauteur : $28^{cm},0$.
22, brouillard tout le jour.
23, brouillard le matin et le soir, givre le matin.
24, neige jusqu'à 7 h. du matin, hauteur : $3^{cm},0$; brouillard l'après-midi.
25, verglas et brouillard le matin.
27 et 28, brouillard tout le jour.
29, brouillard jusqu'à 4 h. du soir et depuis 8 h. du soir.
30, légère chute de grésil dans la nuit; brouillard dans la journée.
31, brouillard l'après-midi, fort vent depuis 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. matin	732,21	Le 9 à 1 h. matin	717,03
13 à 2 h. matin	725,36	13 à 10 h. soir	709,87
15 à 11 h. matin	728,62	18 à 7 h. soir	709,14
24 à 10 h. matin	719,91	25 à 3 h. soir	716,59
31 à minuit..........	726,70		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	730,97	+ 3,15	730,50	731,60	— 1,99	— 1,78	— 5,2	+ 4,2	939	+ 74	740	1000	...	...	SE. 1	0,12	+ ...	.....	130,0
2	731,24	+ 3,40	730,61	732,04	— 2,16	— 1,92	— 7,0	+ 2,4	925	+ 60	810	1000	0,6	2	S. 1	1,00	5,5	+ 0,1	129,5
3	731,44	+ 3,58	730,88	732,18	+ 2,40	+ 2,66	— 0,9	+ 8,1	882	+ 17	700	980	...	...	S. 1	0,40	...	.....	129,0
4	730,84	+ 2,97	728,07	732,21	+ 0,67	+ 0,95	— 1,7	+ 5,9	945	+ 80	810	1000	...	...	SSE. 1	0,80	5,6	+ 0,2	129,2
5	726,28	— 1,61	725,13	727,57	+ 4,82	+ 5,11	0,0	+ 7,1	801	— 64	620	910	6,9	7	SSO. 2	0,87	5,9	+ 0,6	125,5
6	724,37	— 3,53	721,39	727,22	+ 3,67	+ 3,98	+ 0,5	+ 7,6	689	—176	550	860	...	...	S. 1	0,50	5,7	+ 0,4	125,3
7	720,92	— 6,99	720,43	721,97	+ 3,33	+ 3,65	+ 1,7	+ 5,5	786	— 79	680	970	3,9	7	variable	1,00	5,6	+ 0,4	125,0
8	721,08	— 6,83	717,86	722,95	+ 0,57	+ 0,89	— 2,4	+ 2,6	898	+ 33	790	1000	3,1	5	SO. 1	0,98	5,6	+ 0,4	125,0
9	718,30	— 9,62	717,03	719,35	— 1,57	— 1,25	— 3,0	+ 0,9	819	— 45	430	960	...	...	variable	0,98	5,2	+ 0,1	124,7
10	721,18	— 6,74	719,47	722,41	— 3,61	— 3,29	— 7,2	— 0,8	871	+ 7	650	960	...	...	NE. 2	0,68	...	.....	125,0
11	721,63	— 6,29	720,71	722,49	— 3,80	— 3,48	— 6,0	— 2,0	898	+ 34	780	1000	...	...	ENE. 2	0,70	4,9	— 0,2	123,0
12	723,20	— 4,72	722,24	724,95	— 5,16	— 4,85	— 6,7	— 3,3	895	+ 32	800	1000	1,4	6	ENE. 1	0,72	4,4	— 0,7	121,3
13	719,17	— 8,75	709,87	725,36	— 5,02	— 4,72	— 8,9	— 2,0	910	+ 47	830	1000	3,6	5	variable	1,00	4,4	— 0,6	120,0
14	716,45	—11,46	710,50	724,63	+ 0,28	+ 0,57	— 2,8	+ 3,5	905	+ 43	820	960	...	...	SSO. 1	0,87	4,7	— 0,3	118,5
15	727,45	— 0,45	725,34	728,62	+ 0,07	+ 0,34	— 1,0	+ 2,1	855	— 7	730	930	...	...	S. 1	1,00	4,8	— 0,2	118,0
16	724,56	— 3,33	723,24	727,48	— 1,11	— 0,86	— 3,5	+ 1,2	905	+ 44	790	1000	0,9	3	N. 1	1,00	4,8	— 0,2	118,5
17	722,36	— 5,52	720,00	723,90	— 1,14	— 0,91	— 4,8	+ 3,7	892	+ 31	610	1000	...	...	SO. 1	0,83	...	.....	117,0
18	713,44	—14,43	709,14	719,77	— 1,13	— 0,93	— 7,4	+ 4,5	908	+ 48	830	1000	0,5	1	S. 1	0,82	4,6	— 0,3	114,3
19	710,23	—17,62	709,66	710,71	+ 0,34	+ 0,52	— 1,8	+ 3,8	834	— 25	640	1000	0,2	1	SSO. 1	1,00	4,8	— 0,1	113,5
20	711,44	—16,39	710,20	713,63	— 4,27	— 4,13	— 8,6	+ 0,1	919	+ 61	750	1000	...	...	variable	0,63	4,7	— 0,2	110,8
21	713,70	—14,11	712,88	714,36	— 8,57	— 8,46	—13,3	— 5,6	989	+131	920	1000	17,1	11	S. 1	1,00	3,7	— 1,2	111,0
22	713,85	—13,94	713,48	714,73	— 4,61	— 4,54	— 5,9	— 1,8	964	+107	870	1000	...	...	S. 1	1,00	3,6	— 1,2	111,5
23	717,03	—10,74	714,69	718,90	— 3,56	— 3,53	— 6,3	+ 1,9	946	+ 90	780	1000	...	...	SO. 1	0,73	4,1	— 0,7	111,0
24	719,24	— 8,50	718,67	719,91	— 1,90	— 1,91	— 6,8	+ 2,0	939	+ 84	880	1000	6,4	4	SO. 1	1,00	...	.....	111,0
25	717,85	— 9,86	716,59	719,22	+ 1,04	+ 0,98	— 0,2	+ 3,4	965	+111	910	1000	1,7	2	S. 1	1,00	4,4	— 0,4	111,0
26	719,04	— 8,64	718,20	720,20	+ 1,72	+ 1,62	+ 0,5	+ 3,6	999	+146	990	1000	21,6	23	S. 1	1,00	4,6	— 0,2	106,0
27	721,16	— 6,49	720,15	722,56	+ 1,82	+ 1,67	+ 0,8	+ 3,5	998	+147	980	1000	...	...	S. 1	1,00	4,4	— 0,4	109,0
28	723,48	— 4,13	722,30	725,10	+ 1,83	+ 1,62	+ 1,4	+ 2,7	954	+104	910	1000	...	...	variable	1,00	4,4	— 0,4	109,0
29	724,16	— 3,41	723,40	725,55	+ 1,10	+ 0,84	— 0,7	+ 1,9	892	+ 43	850	930	...	...	variable	0,90	4,5	— 0,3	106,2
30	726,01	— 1,52	725,43	726,56	+ 1,07	+ 0,75	— 0,5	+ 4,4	951	+103	840	1000	...	...	variable	0,88	4,6	— 0,2	108,0
31	723,82	— 3,67	719,75	726,70	+ 2,79	+ 2,41	— 2,2	+ 6,7	810	— 36	630	1000	4,0	6	SO. 1	0,80	...	.....	106,0

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1886.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725.83	725,82	725,88	726,49	725 35	725 21	725.35	725.37
2e »	719 63	719.52	719 34	719 59	718 69	718,14	718,32	718,71
3e »	719.82	719.65	719,79	720.17	719 86	719,76	720,06	720.40
Mois	721 70	721.60	721,61	722.02	721.25	721,00	721,20	721,46
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,44	— 0.41	— 0.85	+ 0,86	+ 3.63	+ 2.14	+ 0,45	— 0 47
2e »	— 2.06	— 3.11	— 4.30	— 2.60	+ 0.15	— 0.67	— 1.93	— 2,24
3e »	— 2.00	— 2.05	— 2 04	— 0,44	+ 1.05	+ 0,90	— 0,21	— 0,52
Mois	— 1 52	— 1.86	— 2.39	— 0.72	+ 1,60	+ 0,79	— 0.55	— 1,06
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	891	885	905	857	698	823	885	900
2e »	924	935	953	881	789	873	893	888
3e »	975	961	964	942	910	900	950	965
Mois	931	928	942	895	803	866	911	920

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 2,52	+ 4,35	+ 5 59	0,73	14,5	126,82
2e »	— 5.15	+ 1 16	+ 4,68	0,86	6,6	117,49
3e »	— 3 02	+ 2 06	+ 4,26	0,94	50,8	109,06
Mois	— 3.55	+ 2,51	+ 4,78	0,84	71,9	117,51

Dans ce mois l'air a été calme 0,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,21 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 4°,2 O. et son intensité est égale à 40,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1886.

Le 1er, brouillard à 7 h. du matin.
2, neige par une forte bise depuis 1 h. du soir.
3, forte bise et brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
5, neige jusqu'à 7 h. du soir ; brouillard à 10 h. du soir.
7, neige depuis 1 h. du soir.
8, neige jusqu'à 10 h. m.; forte bise depuis 7 h. soir.
9 et 10, brouillard par une très forte bise tout le jour.
12, brouillard par une forte bise depuis 1 h. du soir.
13, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
16, brouillard depuis 7 h. du soir.
17, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
18, neige depuis 4 h. du soir.
19, neige jusqu'à 1 h. du soir, puis brouillard ; forte bise depuis 1 h. soir.
20, forte bise jusqu'à 1 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin.
21, neige de 1 h. à 4 h. du soir, puis brouillard ; fort vent depuis 4 h. du soir.
22, fort vent depuis 4 h. du soir.
24, neige par un fort vent presque tout le jour ; brouillard à 4 h. et 10 h. du soir.
25, brouillard par un fort vent tout le jour.
26, brouillard tout le jour ; fort vent depuis 4 h. du soir.
27, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
28, neige jusqu'à 7 h. du matin ; fort vent jusqu'à 10 h. du matin ; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
30, brouillard par une forte bise tout le jour.
31, forte bise depuis 4 h. du soir ; brouillard à 4 h. du soir, neige depuis 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 11 h. matin	567,10	Le 9 à 2 h. soir	547,10
15 à 11 h. matin	561.89	20 à 7 h. matin	543,33
25 à 10 h. matin	558,39	26 à 3 h. soir	556,10
28 à 9 h. soir	559,74		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim				
1	563.13	+ 1,77	561.30	564.60	— 7,65	+ 0,96	—10,5	— 6,5	.....	.....	....	NE.	1	0,22
2	564,65	+ 3.32	564.26	565,05	— 3,77	+ 4,87	— 7,4	— 2,2	100	5,0	....	NE.	2	0,85
3	565,64	+ 4,33	564.80	566.42	— 6,45	+ 2,22	— 8,0	— 2,4	.....	.....	....	NE.	1	0,28
4	565,65	+ 4.36	563,48	567,10	— 5,00	+ 3,70	— 6,8	— 1,6	.....	.....	....	SO.	1	0,03
5	561,28	+ 0,01	560,27	563,15	— 6,25	+ 2,48	— 7,8	— 2,0	110	6,2	....	NE.	1	1,00
6	558,72	— 2,53	557,07	560.06	— 8,72	+ 0,05	—12,8	— 5,6	.....	.....	....	NE.	1	0,05
7	556,49	— 4,74	556.00	557,00	— 9.40	— 0.60	—10,7	— 6,5	130	6,4	....	NE.	1	0,77
8	554,21	— 7,00	551,15	556,32	—11,00	— 2,17	—15,5	— 6,6	20	1,0	....	NE.	1	0,75
9	548,23	—12,95	547,10	550.70	—19,27	—10,42	—19,3	—13,1	.....	.....	....	NE.	3	1,00
10	549,88	—11,27	548,25	550.97	—20,20	—11,33	—21,6	—18,0	.....	.....	....	NE.	2	1,00
11	551,31	— 9,81	550,86	552,43	—17,48	— 8,59	—22,5	—14,8	.....	.....	....	NE.	1	0,15
12	552 39	— 8,71	551,60	553,90	—17,33	— 8,42	—18,6	—13,0	.....	.....	....	NE.	2	0,68
13	551,81	— 9,26	547,97	554,15	—13,57	— 4,64	—21,0	—10,5	.....	.....	....	NE.	2	0,43
14	551,86	— 9,18	547,80	558,40	—11,95	— 3,00	—15,8	— 8,8	.....	.....	....	NE.	1	0,67
15	560,72	— 0,29	558,90	561,89	— 7,05	+ 1,92	—11,0	— 4,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
16	557,99	— 2,99	556.30	560,60	— 7,75	+ 1,24	—12,2	— 1,7	.....	.....	....	NE.	1	0,80
17	555,42	— 5,53	554,70	556,10	—12,72	— 3,71	—14,8	—11,0	.....	.....	....	NE.	1	0,33
18	550,50	—10,42	547,60	554,40	— 9,48	— 0,46	—13,5	— 5,2	50	2,4	....	variable		0,68
19	545.08	—15,81	544.20	547,40	—14,27	— 5,24	—16,8	—10,2	300	20,0	....	variable		1,00
20	544,50	—16,36	543,33	545,70	—17,20	— 8,16	—20,6	—13,5	.....	.....	....	NE.	2	0,52
21	547,21	—13,61	545,80	548,37	—17,82	— 8,77	—21,8	—14,6	130	9,9	....	SO.	2	0,72
22	548,57	—12,22	548,02	549,50	—13,90	— 4,84	—16,8	—11,0	.....	.....	....	SO.	2	0,30
23	550,68	—10,08	548 98	553,05	—12,40	— 3,33	—16,0	— 9,6	.....	.....	....	NE.	1	0,17
24	555,92	— 4,81	553,20	557,75	—11,08	— 2,01	—13,8	— 8,7	320	16,7	....	SO.	2	1,00
25	557,74	— 2,95	557,08	558,39	— 8,85	+ 0.23	—11,0	— 6,9	.....	.....	....	SO.	2	1,00
26	556,63	— 4,02	556,10	557,55	— 7,30	+ 1,78	— 8,0	— 5,2	.....	.....	....	SO.	2	1,00
27	557,38	— 3,23	556,90	558,53	— 7,48	+ 1,60	— 7,9	— 6,0	.....	.....	....	SO.	1	0,68
28	558,90	— 1,67	558 02	559,74	— 6,53	+ 2,55	— 8,5	— 4,8	400	25,5	....	SO.	1	0.92
29	558,40	— 2,14	557,46	559,55	— 7,60	+ 1,48	—10,6	— 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0.33
30	558,24	— 2 27	557,60	559,08	—10 93	— 1,86	—14,4	— 9,0	.....	.....	....	NE.	2	1,00
31	558.35	— 2,13	557,33	558,97	— 7,87	+ 1,20	—13,0	— 3,5	125	7,7	....	NE.	2	0,55

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1886.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	559,14	558,95	558,78	559,24	558,64	558,50	558,63	558,43
2e » ...	552,52	552,26	552,06	552,27	551,80	551,87	552,22	552,26
3e » ...	554,97	554,87	554,92	555,47	555,17	555,27	555,61	555,93
Mois	555,53	555,35	555,24	555,65	555,20	555,21	555,49	555,55

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 9,71	— 8,86	— 8,66	— 9,48	—10,25	—10,16
2e » ...	—13,54	—12,21	—11,05	—12,40	—13,26	—13,31
3e » ...	—11,80	— 9,77	- 8,53	— 9,15	—10,13	—10,09
Mois	- 11,69	—10,26	— 9,38	—10,30	—11,18	—11,15

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	—12,04	— 6,45	0,59	18,6	360
2e » ...	—16,68	— 9,27	0,53	22,4	350
3e » ...	—12,89	— 7,50	0,70	59,8	975
Mois	—13,84	— 7,73	0,61	100,8	1685

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,16 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 51,1 sur 100.

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1885

PAR

M. ERNEST FAVRE

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties : la première comprend l'examen des descriptions géologiques et des recherches relatives aux minéraux, aux roches, à la géologie dynamique, etc.; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains, des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

Mme AGASSIZ[1] a publié une biographie de son mari *Louis Agassiz*.

M. L. FAVRE[2] a fait paraître une notice sur *Arnold Guyot* (1807-1884), naturaliste qui a donné une grande impulsion à l'étude des anciens glaciers et auquel on doit une carte remarquable, restée manuscrite, des anciens glaciers de la Suisse et la distribution des matériaux erratiques.

M. J. HEER[3] a retracé la vie du professeur *Oswald Heer*.

[1] Élisabeth C. Agassiz, Louis Agassiz, his life and correspondance. 2 vol. Boston, 1885.

[2] L. Favre, Arnold Guyot (1807-1883), *Musée neuchâtelois*, 1885.

[3] J. Heer, Oswald Heer. Lebensbild eines Naturforschers. Zurich, 1886.

I. Descriptions, roches, géologie dynamique.

Descriptions géologiques.

ALPES. *Versant nord.* M. LORY[1] a publié un travail sur la structure géologique des Alpes occidentales, dans lequel il résume nos connaissances sur cette partie de la chaîne en exposant les théories que nous avons déjà résumées à diverses reprises.

On trouvera, dans un rapport de M. DESCOSTES[2], présenté à l'Académie de Savoie, sur les richesses minérales de ce pays, de nombreux documents sur les sources minérales d'Évian et sur les carrières de Meillerie.

La Commission géologique a publié le texte explicatif de la partie de la feuille XII de la carte géologique de la Suisse comprise entre le lac de Neuchâtel et la crête du Niesen. Ce travail est dû à M. GILLIÉRON[3]; la carte date de 1879 ; ce texte donne dans le plus grand détail la description géologique de cette contrée, constituée par une partie de la plaine et le massif du Stockhorn. Une publication précédente du même auteur sur une portion de cette région a déjà été analysée dans cette Revue (Rev. pour 1873). Un résumé historique très développé

[1] Lory, Aperçu sommaire sur la structure géologique des Alpes occidentales. Grenoble, 1885.

[2] Descostes, La Savoie et ses richesses. Le groupe des eaux minérales à Évian-les-Bains et les carrières de Meillerie. *Mém. de l'Acad. de Savoie,* 1885, X, 425.

[3] Gilliéron, Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne compris dans la feuille XII entre le lac de Neuchâtel et la crête du Niesen. *Matér. pour la carte géol. de la Suisse,* 1885, XVIII.

et une bibliographie occupent les 100 premières pages du volume, divisé ensuite en trois parties : les Alpes, le plateau, géologie appliquée. Nous donnons ici un résumé du tableau des formations dressé par l'auteur, pour les diverses chaînes qui appartiennent au groupe des Préalpes ou chaînes extérieures.

Les six chaînes décrites ont toutes des caractères orographiques et géologiques spéciaux, souvent nettement tranchés de ceux des chaînes voisines, malgré l'extrême proximité ; ce sont les chaînes de la Berra (I), du Langeneckgrat, et du Ganterist, réunies sous le même chiffre (II) dans le tableau suivant, du Stockhorn (III), des Gastlosen (IV), des Spielgärten (V).

Les formations sont :

Trias. (II-V), gypse, cargneule, dolomie et marnes bigarrées, rhétien fossilifère.

Lias. (II), *a. hettangien*, *b. sinémurien* et *liasien*, *c. toarcien*, (III à V), calcaires indéterminés.

Jurassique inférieur. (I), *a. bajocien* à Amm. Humphriesianus, *b. bathonien* méditerranéen. (II), *a. bajocien*, zones à Amm. opalinus Murchisonæ, Humphriesianus, Parkinsoni, *b. bathonien* méditerranéen. (III-V), Calcaires indéterminés.

Jurassique moyen. (I), *a.* Schistes à nodules, callovien. *b.* Calcaire à ciment. (II, III), Calcaires. (IV, V), Schistes à charbon.

Jurassique supérieur. (I), *a.* Calcaire concrétionné à Amm. transversarius. *b.* Calcaires en grumeaux et schisteux à Amm. tenuilobatus et acanthicus. *c.* Tithonique inférieur. (II, III) comme I mais moins caractérisé ; passage à IV. — (IV, V), *a.* Calcaire noir foncé à Mytilus. *b.* Calcaire à Diceras.

Néocomien. (I), à couches de Berrias. *b.* Calcaire à Ostreæ. *c.* Calcaire à Belemnites latus. *d.* néocomien bleu ; *e.* calcaire oolithique blanchâtre (urgonien ?). *f.* Calcaire argileux noir (aptien ?). — (II, III), Calcaires clairs sans subdivisions. (IV, V), manque.

Crétacé supérieur. (I), Calcaires marneux tendres. (II), Schistes bleus et noirs ; calcaires rouges et verdâtres. (III, IV, V), Calcaires rouges et verdâtres.

Flysch. (I-V), Gypse et dolomie sporadique à la base ; roches variées.

Le terrain rhétien est bien caractérisé et fossilifère dans plusieurs des chaînes du massif du Stockhorn. L'hettangien est assez mal représenté et se trouve seulement dans les chaînes du Langeneckgrat et du Ganterist; les fossiles dominants de cet étage où ils sont rares sont le *Pecten Thiollierei* Mart. qui se trouve surtout à la base, et le *Pecten Valoniensis* Defr. qui monte plus haut. Il n'a pas été possible de séparer le sinémurien du liasien. Le sinémurien forme des klippes isolées dans la chaîne de la Berra. Dans les chaînes du Langeneckgrat et du Ganterist, ces deux terrains, dont l'épaisseur est de 100^{m} environ, paraissent présenter dans plusieurs gisements un mélange de leurs fossiles. Le toarcien est bien caractérisé par sa faune comme un étage à part, riche en fossiles (*Ammonites bifrons, radians, serpentinus,* etc.).

Le tableau ci-dessus indique les horizons reconnus dans les terrains jurassiques inférieurs. Dans les chaînes du Stockhorn, des Gastlosen et du Spielgarten, M. Gilliéron n'a pas pu établir de subdivisions dans la grande épaisseur de calcaires qui représente à la fois le lias et les terrains jurassiques inférieurs et moyens. Comme on le voit, M. Gilliéron ne s'est pas rallié aux conclusions adoptées par MM. de Loriol et Schardt sur le calcaire à *Mytilus* qu'il classe encore dans le jurassique supérieur.

Quant aux terrains jurassiques supérieurs, nous en avons déjà parlé à plusieurs reprises dans cette revue et indiqué les divers faciès. L'auteur donne sur ce sujet quelques observations nouvelles.

Nous avons déjà indiqué (Rev. pour 1873) la série des assises néocomiennes dans le massif du Monsalvens où divers faciès de l'Europe centrale viennent s'intercaler dans les faciès alpins. Dans les chaînes suivantes on ne

trouve que deux subdivisions qui correspondent sans doute plusieurs étages dans l'Europe centrale, le terrain néocomien à faciès alpin, riche en fossiles, et le terrain crétacé supérieur.

Tandis que ce dernier se retrouve dans toutes les chaînes, le néocomien manque absolument dans celles du Gastlosen et des Spielgärten.

A l'époque éocène il s'est fait dans cette région des dépôts puissants dans lesquels on ne peut établir de subdivisions et qui sont désignés sous le nom de flysch; la chaîne de la Berra est la seule dans laquelle on ait signalé des nummulites. Quelques injections sidérolitiques ont été observées à la Tour de Trême et en quelques autres points où elles sont plus douteuses. Le flysch présente une masse puissante, très variée de roches, riche en fucoïdes et en organismes inférieurs, et à la base de laquelle se trouvent fréquemment des affleurements de gypse, de cargneule et de dolomie qui appartiennent certainement à l'époque éocène. La zone orientale de ce grand amas de flysch a été nommé grès du Niesen et constitue presque entièrement cette montagne. Au-dessus viennent les terrains quaternaires et surtout le terrain glaciaire dont je parlerai plus loin.

La structure des diverses chaînes, la configuration des vallées forment des chapitres importants de cette partie de l'ouvrage.

L'auteur attribue une part considérable à l'érosion dans la formation des vallées. C'est par l'action érosive qu'il explique la structure des chaînes dans lesquelles il a si souvent observé des synclinales et si rarement des voûtes ; les unes n'existent pas sans les autres ; si ces dernières jouent un rôle peu apparent, c'est qu'elles ont été ablationnées peu à peu à partir du moment où elles ont

commencé à sortir de la mer. On ne peut se rendre compte du redressement de toutes les couches de ces montagnes qu'en admettant qu'il s'est opéré dans un temps où il n'y avait pas de dépressions considérables entre elles ; ainsi les vallées longitudinales qui existent maintenant ont dû être creusées par l'érosion. L'action dissolvante de l'eau a dû avoir aussi une action considérable.

La vallée du Simmenthal est une vallée d'érosion bien caractérisée. M. Gilliéron y a retrouvé trois groupes de terrasses qui indiquent évidemment d'anciens niveaux du fond de la vallée. Une première série s'étend entre Æschi à 895^{m} et Latterbach à 715^{m} et est marquée par six points intermédiaires qui indiquent entre ces deux extrêmes une pente de 180^{m}; la pente de la rivière actuelle sur cette même distance est de 100^{m}. Le second groupe, marqué par six points entre la terrasse de Hüppweid à 1160^{m} et celle de Silberbühl à 1000^{m}, donne une pente de 160^{m} sur une distance où elle est aujourd'hui de 100^{m}. Dans la région d'Erlenbach se trouve un troisième groupe de même nature.

La deuxième partie de ce mémoire traite de la structure du plateau suisse entre la chaîne du Stockhorn et le lac de Neuchâtel. Nous parlerons plus loin de cette région constituée entièrement par la mollasse et le terrain quaternaire. Un atlas, remarquablement exécuté, illustre ce travail.

On voit sur les flancs du Gadmenthal des bandes blanches qui sont des zones dolomitiques intermédiaires entre le gneiss et les terrains secondaires. La succession des assises dans cette vallée est, d'après M. Baltzer[1], la suivante :

[1] Baltzer, Die weissen Bänder und der Marmor im Gadmenthal. *Mittheil. naturf. Ges. Bern.*, 1885.

1. Verrucano et grès. 2. Dolomie. 3. Schistes noirs du lias. 4. Jurassique inférieur fossilifère. Au Spreitgraben on voit quatre de ces bandes superposées sur le flanc de la montagne. L'auteur avait expliqué antérieurement ce fait par une double boucle très compliquée; il en donne aujourd'hui une autre coupe plus simple. Ces formations intermédiaires forment plusieurs petits plis dans le gneiss. Ces plis sont irréguliers, la compression en ayant fait disparaître une moitié, de sorte que la bande de dolomie apparaît seulement quatre fois au lieu de huit. Le gneiss lui-même a pris part au plissement de ces couches. On retrouve à l'E. et à l'O. des plis du même genre, quoique un peu modifiés, et ce phénomène s'observe sur huit kilomètres de longueur. Des plis de même nature se trouvent dans la vallée d'Erstfeld; ils paraissent caractéristiques de la ligne de contact des roches cristallines et des terrains sédimentaires; comme ils ne pénètrent pas profondément dans le gneiss, l'érosion les a souvent enlevés, de sorte qu'il n'en reste plus qu'un seul.

La COMMISSION GÉOLOGIQUE[1] a publié la feuille XVIII de la carte suisse (Brieg-Airolo) qui comprend une partie de la vallée du Rhône et des Alpes bernoises et valaisannes. Au nord du Rhône se trouvent les hautes Alpes bernoises, Blümlisalp, Jungfrau, Finsteraarhorn, étudiées par M. DE FELLENBERG, et, dans l'angle N.-O. de la carte, un petit massif des Alpes calcaires, colorié par M. BACHMANN et M. MOESCH. Au sud du Rhône, le grand massif des Alpes valaisannes et italiennes a été tracé d'après les relevés géologiques faits par GERLACH en 1865. La plus

[1] Commission géologique. Feuille XVIII de l'atlas fédéral à 1/100,000 coloriée géologiquement par MM. de Fellenberg, Bachmann, Mœsch et Gerlach.

grande partie de cette feuille est donc dans le domaine des roches cristallines, dans lesquelles on a établi 13 subdivisions, puis viennent des représentants de tous les terrains sédimentaires à partir du terrain houiller. Il n'y aura pas de texte spécial pour cette dernière partie, déjà décrite dans un mémoire précédent de Gerlach (Rev. pour 1883, 217). Les textes relatifs aux Alpes bernoises sont en préparation.

La même Commission[1] a aussi publié la feuille XIV de l'Atlas fédéral. Ce travail est dû à M. Heim qui a utilisé, outre ses propres recherches, les travaux antérieurs d'Escher, Théobald et Baltzer. Cette feuille s'étend de la vallée de la Reuss à celle du Rhin. La partie septentrionale est occupée par les grands massifs des Alpes calcaires de la vallée de la Muotta, des Windgælle et du Glærnisch, par la vaste région nommée par M. Heim le double pli des Alpes glaronnaises; plus au sud se trouve la région des schistes des Grisons et les roches cristallines du massif du Finsteraarhorn, du Gothard et des Grisons. Cinquante-trois terrains sont figurés sur cette carte depuis les terrains primaires jusqu'aux terrains récents. Nous attendrons la publication du texte pour donner un aperçu de la structure et des terrains de cette contrée très complexe.

Versant sud. M. Baretti et Sacco[2] ont donné une description géologique du Margozzolo, massif situé entre le lac d'Orta et le lac Majeur et dont la sommité principale est le Motterone (1490^{m}). Deux cartes indiquent,

[1] Commission géologique, Feuille XIV de l'atlas fédéral à $^{1}/_{100,000}$ coloriée géologiquement par M. Heim.

[2] M. Baretti et Fr. Sacco, Il Margozzolo. Studio geologico. *Bollet. del Club alp. ital.* 1884.

l'une la constitution géologique de ce massif, l'autre la répartition des terrains glaciaires. Le Margozzolo forme un éperon de la chaîne des Alpes composé de granit, de micaschistes, de porphyres et de terrains sédimentaires et dont les couches plongent généralement au S.-S.-E.

Sous la masse granitique qui constitue le Motterone, se trouve une zone étroite de gneiss et micaschiste qui forme le mont de Crabia au N. de Pettenasco, et s'étend en s'amincissant du côté d'Omegna, le long du lac d'Orta; elle appartient au gneiss de Strona de Gerlach qui occupe à l'O. une étendue considérable. Cette roche est très semblable aux gneiss et micaschistes, supérieurs au granit, qui forment le revers sud du Motterone et elle s'unit à eux à l'extrémité sud de la zone granitique. Les auteurs seraient donc plutôt disposés à considérer cette grande masse de roches cristallines comme appartenant à un seul système dans lequel serait comprise cette lentille granitique. Le gneiss de Strona présente de grandes variétés de structure et de composition minéralogique. On trouve à la base un vrai gneiss, puis une roche euritique et granitique, des lentilles de calcaire cristallin, un affleurement dioritique et une roche amygdaloïde serpentineuse, et enfin un vrai micaschiste. Il passe au micaschiste supérieur; les roches sont parfaitement concordantes. Les terrains cristallins comprennent donc ici une seule formation dont les trois termes sont le gneiss de Strona, le granit, le micaschiste supérieur. Le granit qui occupe le flanc N.-O. du Motterone, est disposé en grands bancs plongeant au S.-E. et divisés par de nombreuses fractures; il est généralement blanc ou rosé. Ce granit se désagrège facilement, laissant à sa surface des blocs arrondis, de dimensions variées, qui, au premier abord, ont l'air de

blocs erratiques et dont beaucoup ont été transportés par les glaciers. Ce granit passe aux roches voisines, gneiss et micaschistes ; il a été regardé comme une roche éruptive par plusieurs savants ; mais les auteurs de ce mémoire contestent cette assertion, sans cependant être en mesure de la réfuter entièrement. Si ce granit est éruptif, il doit être d'époque bien postérieure à celle du gneiss de Strona et absolument indépendant de cette roche qu'elle recouvre et dans laquelle il aurait pénétré par injection à divers niveaux. S'il est simplement une roche métamorphique, il provient alors d'une modification de ce gneiss avec lequel il constitue une seule formation.

Le micaschiste constitue la majeure partie du Margozzolo ; ses couches plongent au S.-E., avec des inclinaisons variées ; il appartient aux micaschistes gneissiques récents de Gastaldi. Il présente, comme le gneiss de Strona, des intercalations granitiques que les auteurs considèrent comme un produit du métamorphisme et non comme des injections d'origine éruptive, et il renferme des gisements métallifères, surtout de plomb et de zinc (Rev. pour 1884, 187).

Le porphyre apparaît à l'extrémité sud de la formation des micaschistes. Il s'étend presque sans interruption d'un lac à l'autre ; c'est une roche bien distincte des micaschistes et du granit, un porphyre quartzifère rouge. La plupart des auteurs l'ont considéré comme une roche éruptive ; mais tout en regardant ce fait comme probable, MM. Baretti et Zacco émettent l'hypothèse qu'il pourrait être une roche métamorphique. Gastaldi le classe dans la zone des pierres vertes, dans les terrains prépaléozoïques ; il a été généralement rapporté au permien et c'est

l'opinion la plus vraisemblable. A cette époque la chaîne alpine était déjà formée et délimitée. Les mers mésozoïques ont baigné le pied de ces montagnes et n'y ont pénétré que par quelques petits fiords. On trouve au contact du porphyre quelques lambeaux mésozoïques, ce sont: Le calcaire d'Arona qui appartient au trias, calcaire dolomitique à *Gyroporella* avec quelques autres empreintes de fossiles; le calcaire d'Invorio appartenant probablement à la même formation; il est aussi dolomitique mais sans fossiles; le calcaire de Gozzano, rempli de fossiles, surtout de brachiopodes et de crinoïdes et que les auteurs rapportent au lias moyen. Parmi les nombreuses espèces indiquées se trouvent l'*Ammon. Algovianus* Opp. du lias moyen, des gastéropodes et lamellibranches incertains, les *Spiriferina rostrata* Schl. et *Walcottii* Sow. du lias moyen, la *Terebratula pyriformis* Suess, du lias inférieur, un grand nombre de rhynchonelles, de *Pentacrinus* et *Millecrinus;* le *Pentacrinus basaltiformis* est le plus commun. Un grand nombre des espèces de brachiopodes appartiennent à la zone à *Ter. Aspasia* des Alpes vénitiennes, de l'Apennin et de la Sicile. A la fin de cette époque le Margozzolo continue à émerger en étant toujours uni avec le reste de la chaîne des Alpes.

A la suite de ces terrains vient le terrain pliocène très fossilifère, et déjà étudié par M. Parona; il s'étend au nord de Gozzano, sous le terrain glaciaire, jusqu'à Buccione au bord du lac d'Orta et s'élève à une hauteur de 350 à 400^{m}; mais il ne se trouve pas dans l'intérieur des bassins lacustres. Enfin viennent les dépôts glaciaires, les tourbières dont je dirai quelques mots plus loin, et les alluvions modernes.

Un grand soulèvement a eu lieu à la fin de l'époque

cénozoïque; les eaux de la mer se retirent définitivement de cette contrée : c'est aussi l'époque à laquelle le Margozzolo a été détaché de la masse alpine; des failles à l'E. à l'O. et au N. en font une masse isolée; toute l'Italie et le versant sud des Alpes ont été façonnés par ce soulèvement post-pliocène; des vallées et des dépressions se sont formées sur le versant italien de la chaîne; de grandes fractures se sont opérées; le lac d'Orta et le lac Majeur datent de cette époque, ce qui explique pourquoi leur dépression n'a pas été remplie par les dépôts pliocènes. Le lac d'Orta, qui est de 100m plus élevé que le lac Majeur dans lequel il se déverse au nord par la Strona, n'a jamais eu d'émissaire vers le sud; les argiles pliocènes recouvertes du terrain glaciaire ferment l'issue du côté sud. L'homme a apparu dans cette contrée à l'époque du retrait des glaciers.

M. Mercalli [1] auquel on doit déjà des observations sur les porphyres compris entre le lac d'Orta et Biella, a poursuivi ses recherches sur ces roches entre les lacs Majeur et d'Orta dans une contrée où ils ont encore été peu explorés. Près du lac Majeur le porphyre affleure à trois places, à Arona, Angera et Arola. A Arona, la formation porphyrique repose sur le micaschiste et se compose de tufs et conglomérats porphyriques, surmontés par le porphyre proprement dit sur lequel repose la dolomie triasique. L'auteur décrit les très nombreux affleurements de cette roche aux environs de Briga, Gozzano, Bolzano, entre Buccione et Ameno, à Invorio. Il y a là une grande variété de roches déjà en partie étudiées par Gerlach et indiquées sur ses cartes.

[1] Mercalli, Su alcune rocce eruttive comprese tra il Lago Maggiore e quelle d'Orta. *Rendic. del R. Istit. Lomb.*, 1885, XVIII.

1. Les porphyres de ce bassin ne peuvent se diviser seulement en deux groupes, celui des porphyres gris au nord et celui des porphyres rouges au sud, comme l'a fait Gerlach. L'auteur établit les groupes suivants :

a. Porphyres roses et gris, quartzifères, en dykes près de Buccione et en nappes superposées aux micaschistes à San Martino di Bolzano.

b. Porphyres de couleur noirâtre, bruns et verdâtres de San Martino et de Molino di Grata; correspondant probablement aux porphyres noirs des environs de Lugano.

c. Porphyres couleur chocolat, sans cristaux microscopiques de quartz, à Invorio supérieur.

d. Porphyres quartzifères rouge-brique d'Angera, Arona, Montrigiasco et Bolzano-Briga. Ces porphyres et les premiers indiqués (*a*) correspondent probablement aux porphyres rouges de Lugano.

2° A tous ces porphyres massifs, excepté ceux en dyke, sont associés des tufs porphyriques passant à une lave scoriacée (Invorio supérieur) et des grès et conglomérats contenant en général des éléments porphyriques.

3° Ces porphyres sont des laves, comme le prouvent les dykes, et les tufs porphyriques représentent la forme détritique et scoriacée des matériaux éruptifs.

4° Ces éruptions ont eu lieu postérieurement à la formation et au soulèvement des schistes micacés de Meina, Ameno, etc., et avant le dépôt des dolomies triasiques. Pendant l'époque liasique, ils furent émergés, puis attaqués et en partie détruits par l'érosion, comme l'attestent les bancs puissants de brèche liasique, calcaire et porphyrique d'Invorio et de Gozzano.

5° Ces formations porphyriques sont probablement dues à des centres éruptifs distincts.

L'auteur a de plus observé au milieu des micaschistes, près d'Intra, des dykes d'une diorite porphyroïde, sur les flancs du Monte Rosso; l'un de ces dykes affleure sur les rives du lac d'Intra entre cette ville et Ghiffa; un autre se trouve au nord de Selasco.

M. G. B. VILLA[1] a donné un résumé de la structure géologique de la Brianza et des formations qui la constituent à partir du trias supérieur jusqu'aux terrains récents. Un tableau synoptique indique les gisements les plus importants de ces terrains et les fossiles qui y ont été trouvés.

JURA ET PLAINE. La question des sources du Jura, si étroitement liée avec celle de la structure géologique de cette chaîne a continué à occuper les naturalistes neuchâtelois. M. RITTER[2] a publié une note sur l'hydrologie des Gorges de la Reuse et du bassin souterrain de Noiraigue.

On doit à M. ROLLIER[3] une notice sur le Chasseral dans laquelle il résume la structure de cette montagne jusqu'ici imparfaitement connue; il annonce un mémoire complet sur ce sujet.

On a réimprimé le compte rendu fait par M. THURMANN[4] de l'importante séance de la Société géologique des Monts-Jura qui avait eu lieu à Porrentruy en 1836, et une indication sur une mine de pétrole au Mont-Terrible, signalée en 1796.

M. HOLLANDE[5] a donné un aperçu des observations

[1] G. B. Villa, Rivista geologica sulla Brianza. *Politechnico. Giorn. dell' Ing. Arch. Civ. ed Industr.* 1885, XXXIII.

[2] Ritter, *Arch. des Sc. phys.* 1885, XIV, 228.

[3] Rollier, *Archives*, 1885, XIV, 246.

[4] Thurmann, La Société géologique du Mont-Jura. *Reprod. du Bull. Soc. géol. de France.* 1836, VII, 207.

[5] Hollande, La Société géologique de France dans le Jura méridional. *Rev. Savois.*, 1886, 30.

faites dans le Jura par la Société géologique lors de sa session à Champagnole. Nous attendrons le bulletin pour donner le résumé de ces recherches qui ont porté sur l'ensemble des terrains du bajocien au portlandien; les relations entre le bathonien et le callovien, la nature de l'oxfordien, l'âge des dépôts coralligènes ont surtout occupé la Société. L'auteur, examinant ensuite les ramifications du Jura en Savoie, donne un tableau des formations qui y sont représentées du bajocien au purbeck.

M. KILIAN[1] a terminé la feuille 115 de la carte géologique de France qui embrasse une partie des arrondissements de Belfort et de Montbéliard. Elle comprend un district méridional, séparé par un territoire suisse d'une région nord appartenant surtout à la plaine et comprise dans le territoire de Belfort. La première partie comprend les environs de Glère et de Bremoncourt; cette région est située en plein Jura, et elle est formée par un pli synclinal dans lequel les érosions du Doubs ont mis à nu la dalle nacrée; il est limité au N. et au S. par deux plis anticlinaux bordés d'escarpements coralliens et astartiens et au centre desquels apparaissent la dalle nacrée et le calcaire roux sableux; mais la régularité de ces plis est troublée par des failles importantes. M. Kilian a déjà décrit ailleurs (Rev. pour 1884, 292) les formations qui constituent ce sol; ce sont des terrains jurassiques à faciès franc-comtois :

Bathonien. *a*. inférieur, vésulien et moyen; *b*. bathonien supérieur (cornbrash).

[1] Kilian, Notes géologiques sur le Jura, du Doubs, II et III. Environs de Glère et de Bremoncourt. Lisière N. E. du Jura, du Doubs. *Mém. Soc. d'Emul. de Montbéliard*, 1885 et *à part*. Cette dernière partie a paru sans cartes et coupes, *Bull. Soc. géol. de France*, 1884, XII.

Dalle nacrée (callovien inférieur).

Callovien (assises supérieures).

Oxfordien. *a.* marnes à *Amm. Renggeri*; *b.* terrain à chailles marno-calcaire (zone de la *Pholad. exaltata*). La faune de cet horizon a une ressemblance frappante avec celle du minerai de fer de Neuvisy dans les Ardennes.

Corallien (terrain à chailles siliceux de Greppin et calcaires blancs à polypiers).

Astartien (séquanien).

L'auteur énumère les fossiles recueillis dans ces gisements. On ne trouve au-dessus de ce terrain que des formations modernes, un dépôt pléistocène très riche en coquilles dont plusieurs sont identiques à celles du lœss; il paraît être dû à un cône de déjection; puis des alluvions modernes et des éboulis. L'auteur n'y a pas trouvé les restes des glaciers jurassiens indiqués sur la carte glaciaire de M. A. Favre.

Dans la région nord de la feuille, la lisière du Jura est formée par l'astartien fortement redressé, au contact duquel se trouvent les terrains tertiaires décrits en grands détails dans ce mémoire. Nous renvoyons à ce que nous en avons dit antérieurement (Rev. pour 1884, 311). L'auteur s'attache à démontrer que les conglomérats inférieurs qui reposent directement sur le jurassique doivent être considérés comme représentant les cordons littoraux de la mer tongrienne inférieure (sables de Fontainebleau, sables de Weinheim). Les argiles et les mollasses caillouteuses, les schistes de Réchésy et les conglomérats qui leur sont subordonnés se rattachent au système de Bourogne et correspondent aux marnes à Cyrènes du bassin de Mayence et aux sables de Pierrefitte et d'Ormoy (Seine-et-Marne).

Plus loin de cette lisière, ces terrains sont recouverts d'une vaste nappe d'alluvions anciennes formées de gravier

(gravier du Sundgau) et de limon et très pauvre en fossiles (*Elephas primigenius*) ; l'auteur les assimile pour l'âge au diluvium gris des environs de Paris et leur attribue une origine vosgienne, contrairement à l'opinion de MM. Parisot et Kœchlin-Schlumberger qui les regardent comme d'anciennes alluvions du Rhin.

L'auteur a joint à son travail plusieurs coupes des terrains jurassiques et tertiaires et une carte figurant l'extension de la mer tongrienne aux environs de Belfort (golfe de Montbéliard).

M. A. Wettstein[1] a publié un travail remarquable sur la géologie de Zurich et de ses environs; il a donné une carte géologique à 1 : 40,000 avec de nombreuses subdivisions des terrains tertiaires et quaternaires.

Une première partie contient la description des formations : La plus ancienne est la mollasse d'eau douce supérieure à *Helix sylvana* (Messinien) formée de marnes, de grès, même de nagelfluh et de calcaire d'eau douce. A part le calcaire, ces sédiments proviennent des Alpes et leurs éléments deviennent de plus en plus gros à mesure qu'on s'approche de cette chaîne; les marnes et les grès fins dominent aux environs de Zurich. La présence abondante de granits rouges et de porphyres semble indiquer, comme Escher l'a déjà relevé en 1846, que ces roches proviennent du Vorarlberg et du Tyrol. M. Wettstein exclut tout à fait l'hypothèse qu'ils seraient venus de la Forêt-Noire.

L'époque pliocène n'a pas laissé de dépôts, mais elle a été caractérisée par des érosions considérables. Le soulèvement des Alpes qui date surtout de l'époque miocène

[1] A. Wettstein, Geologie von Zürich und Umgebung, 1885.

continue pendant cette période, comme le prouve le soulèvement des couches miocènes. Les cours d'eau prirent une pente plus accentuée; puis vint l'époque glaciaire avec ses formations erratiques, dont l'auteur donne une description minutieuse, résumée plus loin.

Après les dépôts glaciaires viennent les alluvions des rivières, les cônes torrentiels ; dans le nombre, l'auteur signale le lehm ou lœss des flancs de l'Albis et de l'Utliberg, dans lequel on a trouvé beaucoup de restes d'arbres et des coquilles typiques du lœss (*Helix rotundata, hispida, Succinea oblonga*, etc.). Ce dépôt date probablement de la deuxième époque glaciaire. Enfin les dépôts les plus récents sont la tourbe, les tufs calcaires et la craie lacustre.

Comment s'est formé le relief de cette contrée et en particulier le bassin du lac. La forme du lac, la disposition de ses rives et celle du terrain glaciaire écartent absolument l'hypothèse que ce bassin est dû à un creusement opéré par les glaciers. Il doit son origine à une ancienne vallée d'érosion, soumise ensuite à des dislocations. Les rives du lac présentent beaucoup de traces de cette érosion et entre autres des terrasses mollassiques très clairement délimitées et tout à fait indépendantes de la structure et de la disposition des couches. La vallée du lac est donc une vallée d'érosion, et des dislocations ont encore eu lieu quand la plus grande partie de la vallée était déjà formée. Le bassin lui-même est dû à une fracture du sol, mais le terrain glaciaire masque en grande partie la disposition des couches : un forage de 40^m à l'issue du lac a été opéré en entier dans ce terrain. Cette dislocation a eu lieu avant l'époque glaciaire; car le lac existait à cette date. Elle peut avoir consisté en un affaissement de la mollasse ou en des mouvements

provenant des soulèvements du Jura; les ondulations de la mollasse et celles des calcaires jurassiques entamés par les cours de la Linth, de l'Aar et du Rhin semblent indiquer que c'est dans cette chaîne que se produisait le mouvement. Il s'est continué pendant et après l'époque glaciaire et les tremblements de terre paraissent témoigner que ces mouvements continuent encore aujourd'hui. Le lac devait avoir 100^{m} environ de profondeur avant l'époque glaciaire et son niveau s'est élevé de 50^{m} environ à la suite de cette période.

La vallée de la Sihl, parallèle au lac de Zurich, est au contraire une vallée d'érosion qui n'est pas plus ancienne que les moraines de Zurich; elle date de la dernière période glaciaire; elle doit directement son origine à l'action des glaciers de la Reuss et de la Linth. Le premier barra le cours de la Sihl à Sihlbrugg de telle manière qu'elle fut rejetée le long du glacier de la Linth, et s'écoula par-dessus la terrasse du Zimmerberg qu'elle entama profondément.

Le Reppischthal date de la même époque et son cours a été tracé d'abord par le bord du glacier de la Reuss jusqu'à Birminsdorf, et au delà par celui de la Linth; les eaux qui s'écoulent aujourd'hui par la Reppisch dans la Limmat suivaient, avant l'époque glaciaire, une vallée plate qui passait par Bonstetten, Birminsdorf et Urdorf, mais qui est aujourd'hui encombrée de matériaux glaciaires et coupée à Birminsdorf par la Reppisch. Les ravins de cette contrée sont, suivant leur importance, antérieurs ou postérieurs au terrain glaciaire.

On voit par là quelle influence l'époque glaciaire a eue sur le relief du sol.

Le dernier chapitre de ce mémoire résume l'histoire de

cette contrée depuis l'époque de la mollasse et montre l'influence des agents actuels sur la composition et la nature du sol, l'influence des cours d'eaux, l'action physique et chimique des eaux de pluie et des eaux courantes, et enfin celle de la rotation de la terre sur les cours de la Sihl et de la Limmat. L'état actuel de ce pays est un état de constante modification.

A propos de la publication des feuilles Friedrichshafen et Wilhelmsdorf de la carte géologique du Wurtemberg, M. FRAAS[1] a publié une notice sur le lac de Constance et ses conditions géologiques. Il est impossible de le considérer seulement comme un élargissement du lit du Rhin; sa formation est tout à fait indépendante du cours de ce fleuve. Ses bords sont formés de mollasse et de terrain glaciaire. Son origine est due à des fentes dont il est facile de reconnaître la direction ; l'une, profonde, s'étend de Bregenz à Stockach et donne naissance au lac d'Ueberlingen; l'autre, parallèle s'étend de Altenrhein à Radolfzell et forme le Zellersee; une troisième est marquée par le cours de la Sitter; elle est exactement dans la direction de la chute du Rhin à Schaffhouse. La mollasse reposant sur le plateau jurassique dont les couches horizontales se montrent à Schaffhouse, il est infiniment probable que l'affaissement des couches tertiaires qui a formé le bassin du lac est dû aux fractures des terrains secondaires dues à la pression causée par le soulèvement des Alpes et aux érosions internes postérieures à ce soulèvement. Les eaux agrandirent ces fentes primitives jusqu'à ce que survint la dislocation des roches.

[1] Fraas, Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Würtemberg. Atlasbl. Friedrichshafen und Wilhelmsdorf. *Kön. statist. topogr. Bur.* Stuttgart, 1885.

L'auteur décrit ensuite les formations indiquées sur les cartes ; elles se réduisent aux terrains les plus récents, le miocène, le terrain glaciaire et les dépôts modernes. La mollasse est représentée par le grès coquillier, riche en fossiles, surmonté par la mollasse d'eau douce, dans laquelle ont été recueillis beaucoup de restes de plantes, de coquilles et de vertébrés : puis vient le terrain glaciaire que l'auteur subdivise en deux parties, correspondant à deux invasions des glaciers.

L'inférieur est la nagelfluh poreuse, qui recouvre sur de grandes étendues la mollasse au nord du lac de Constance ; c'est un conglomérat fortement cimenté par du calcaire, dont la composition est identique à celle de l'argile glaciaire à cailloux et blocs qui le recouvre et qui en est contemporain ; le Heiligenberg donne une coupe remarquable de cette formation dont l'épaisseur atteint jusqu'à 100^m. En avançant vers l'est, ce terrain morainique ancien diminue pour laisser la place au terrain morainique plus récent. Celui-ci recouvre généralement le précédent et il n'est pas toujours facile de le distinguer de l'argile à blocs ; il occupe les pentes du lac de Constance, sur le plateau ; les sommets sont souvent formés de nagelfluh poreuse et le dépôt glaciaire plus récent est puissant dans leurs intervalles ; cependant le glacier a certainement couvert toutes les sommités lors de la seconde invasion. Les blocs erratiques sont très nombreux dans certaines places.

Des alluvions locales constituent les formations plus récentes. Le dépôt du terrain glaciaire ancien a modifié considérablement le régime des cours d'eaux de cette région ; la direction générale était du côté de la mer Noire et maintenant ils viennent se déverser dans le lac de Constance.

Minéraux et roches.

M. V. Payot[1] a donné une description des roches du massif du Mont-Blanc avec l'indication de leurs gisements. Ce travail est suivi d'un résumé de la géologie de ce massif.

M. de Croustchoff[2] a fait paraître un travail sur les inclusions probablement hyalines dans le gneiss granitique du Saint-Gothard.

M. Molinari[3] a trouvé dans le granit de Baveno trois cristaux de datholite, un silicioborate de chaux. Un cristal de ce même minéral y avait été signalé auparavant.

M. Streng[4] a décrit des cristaux de diopside de 2 à 3mm de grandeur trouvé dans des échantillons de vésuviane provenant du Mont-Cervin.

Tous les minéralogistes connaissent les cristaux de roches percés à jour, avec inclusion d'argile, découverts à Poretta près de Bologne. Entre les faces et les arêtes qui sont bien conservées se trouvent des vides plus ou moins considérables et les cristaux sont parfois réduits à l'état de squelettes. Ces vides disposés souvent régulièrement d'après les faces cristallines, ont alors l'apparence et la disposition des fenêtres d'un édifice. Des cristaux tout à fait semblables ont été trouvés dans la roche de la Tour

[1] V. Payot, Description pétrographique des roches des terrains cristallins de la chaîne..... du Mont-Blanc..... Genève, 1886.

[2] K. v. Croutschoff, Mémoire sur les inclusions probablement hyalines dans le gneiss granitique du Saint-Gothard. *Bull. Soc. minér. de France*, 1884, VII, 161.

[3] F. Molinari, La datolite nel granito di Baveno. *Atti Soc. ital. di Sc. natur.*, 1884, XXVII, 176.

[4] Streng, Diopsid von Zermatt. *Neu. Jahrb. für Miner.*, 1885, I, 238, *corresp.*

de Duin, près de Bex (Vaud) et ils ont été signalés par M. de FELLENBERG[1].

Entre le calcaire massif du néocomien et le schiste de la même formation sont de nombreuses lentilles d'argile et des fentes remplies de cette même matière, grise, fine, tendre, dans lesquelles ont été trouvés ces cristaux ; ils ne tiennent pas à la roche ; la plupart sont bipyramidés. On y trouve aussi beaucoup de plaques qui ont l'air de fragments, mais qui présentent de tous côtés les faces cristallines et qui ressemblent à des morceaux de vitres ; ce sont des restes rongés de cristaux de quartz. Les schistes et les bancs calcaires sont pénétrés de veines de carbonate de chaux et de quartz qui renferment, au contact des schistes et de l'argile, des lentilles pleines de cristaux allongés de quartz. M. de Fellenberg est en possession de plus de 500 exemplaires de divers types provenant de ce gisement. Les cristaux percés à jour sont très nombreux. Il y en a aussi de très beaux en forme de sceptre ; l'auteur donne une description abrégée de ces diverses formes.

Le Musée de Berne renferme d'autres échantillons de ces particularités provenant de l'Aermighorn dans le Kienthal ; pour l'un d'eux le gisement est encore mieux précisé ; c'est la Bachalpfluh vers l'Aermighorn, qui est formée de néocomien. D'autres ont été trouvés dans le calcaire noir néocomien de Därligen près d'Interlaken. Ce terrain formé d'alternances de calcaires siliceux et de schistes paraît donc être le gisement spécial de ces cristaux.

M. SCHARDT[2] a résumé ses observations sur l'origine

[1] E. von Fellenberg, Ueber ein neues Vorkommen von Bergkrystall in der Schweiz. *Mittheil. naturf. Ges. Bern.*, 1885, 99.

[2] Schardt, *Archives*, 1885, XIV, 247.

des cargneules dont il a examiné un grand nombre de types dans les Alpes vaudoises. La plupart dérivent des dolomies et sont formées postérieurement au redressement des couches, ces roches dolomitiques ayant été fissurées dans trois directions, puis altérées. On peut les trouver à tous les niveaux. Les cargneules polygéniques du flysch appartiennent à un type différent; beaucoup de cargneules récentes sont dues à des fragments de dolomie éboulés et recimentés.

M. Wettstein[1] consacre un chapitre de son mémoire sur les environs de Zurich à l'étude de la formation et de la composition de la craie lacustre dont il donne la description et des analyses. Ce dépôt continue encore maintenant; il provient de la séparation chimique de carbonate de chaux que les affluents amènent à l'état de dissolution dans les lacs; cette formation se dépose plus rapidement en été qu'en hiver.

II. Terrains.

Terrains primaires.

Les roches qui constituent la zone centrale de granit et de gneiss du massif de l'Aar se distinguent nettement de celles des zones de schistes qui la limitent. M. Baltzer[2] a décrit les phénomènes qui caractérisent les bords de ce massif entre l'Aar et la Reuss; les bancs en plongent rapidement au sud et sont formés de granit en bancs, de

[1] Geologie von Zurich.....

[2] Baltzer, Randerscheinungen der centralgranitischen Zone im Aarmassiv. *Neu. Jahrb. für Miner.*, 1885, II, 25.

gneiss granitoïde, de gneiss œillé, plus rare et en moindre proportion, de gneiss ordinaire, de micaschistes et de schiste à séricite ; ces roches alternent constamment sur une largeur de 7 à 8 kilomètres; les deux premières sont formées d'orthoclase, plus abondant que la plagioclase, de quartz grenu et vitreux, de petits aggrégats de biotite, de feuillets de muscovite et accessoirement d'épidote, de titanite, de pyrite de fer, plus rarement de molybdène et de grenat. Dans le gneiss œillé on retrouve les mêmes éléments ; mais la plagioclase domine sur l'orthoclase, il y a plus de mica, moins de quartz, plus d'épidote; il a un kilomètre d'épaisseur au Grimsel. Malgré les fréquentes alternances de ces roches, les diverses variétés se distinguent souvent les unes des autres par des plongements différents et ont parfois la forme de lentilles. M. Baltzer a figuré la coupe de ce massif passant par les glaciers de l'Aar et aboutissant au Wetterhorn. Elle donne du sud au nord la série suivante :

Granit en bancs.

Granit gneissique ; gneiss oeillé.

Schistes amphiboliques, gneiss micacés avec pierre ollaire, qui occupent ordinairement cette place; ils manquent dans cette coupe.

Gneiss à séricite et phyllades ; épaisseur 4 ½ kil. jusqu'au col de Lauteraar. Ces derniers ont de l'analogie avec les phyllades quartzifères du Tyrol; on les retrouve dans la vallée d'Urseren, dans le Gornerenthal, dans le Hasli, etc.; la transformation du mica verdâtre en séricite s'y observe fréquemment. Ces minéraux y sont très abondants.

Zone septentrionale de gneiss, contenant avec de vrais gneiss, aussi des gneiss à séricite et gneiss micacés.

Puis vient la première chaîne calcaire, recouverte généralement par le gneiss, dont elle est séparée par une faible bande de verrucano, de dolomie, etc.

L'auteur a étudié précédemment le contact de ces ro-

ches cristallines avec les terrains sédimentaires. Dans ce mémoire il examine les rapports des roches granitiques avec leur enveloppe schisteuse.

Il a remarqué jusqu'à 15 kilomètres dans l'intérieur du massif, la superposition du granit plus ancien au gneiss ; ce recouvrement des terrains plus récents par les plus anciens est ici un caractère général. Ce massif a une structure unilatérale ; toutes les couches plongent au sud ; c'est pour cela que les superpositions anormales indiquées plus haut ne se trouvent que du côté nord. Au contact du granit, tantôt le gneiss et le granit sont concordants, tantôt la ligne de contact coupe obliquement les plans du mica dans le gneiss, tantôt elle est très accidentée et compliquée de filons, surtout dans l'ouest du massif. Le second cas se montre dans le Hasli et au Triftstöckli, mais ces plans du mica paraissent déterminés par un clivage.

Souvent cette ligne de contact a une structure brisée; comme des marches d'un escalier ; elle est alternativement parallèle au plan de clivage et à la direction des couches (Mieselen, au glacier de Lauteraar). M. Baltzer a figuré et de nouveau décrit le contact du granit et du gneiss aux Mieselen, déjà étudié par MM. Studer et Escher. Le granit pénètre souvent dans les schistes sous forme de filons, et a enveloppé des fragments de micaschistes; le cas inverse se voit aussi. L'auteur décrit en détail ces phénomènes de contact, les traces de déformation mécanique, le clivage résultant de la pression ; le gneiss envoie aussi des apophyses dans le granit. Un filon de 14^m de large et de 65^m de long pénètre dans l'intérieur du gneiss; il a l'apparence d'un 7 et est formé de granit et d'eurite juxtaposés dans la branche ascendante ; la branche hori-

zontale est formée de granit seul. Le gneiss est plus ou moins modifié au contact du granit. A l'Escherhorn, on voit le granit disposé en bancs alternant avec ceux du gneiss et, tout à côté, envoyant des filons dans cette roche. Ces phénomènes sont tout à fait semblables à ceux que présente le contact des roches cristallines de ce massif avec les terrains secondaires. Ils sont dus à la même cause, la pression latérale.

M. Baltzer n'admet pas que le granit soit une roche métamorphique, il pense qu'elle a été primitivement stratifiée, sans trancher la question de savoir si elle est d'origine sédimentaire ou disposée en nappes dues à des éruptions successives. Dans la coupe des glaciers de l'Aar on trouve 9 alternances de granit avec les gneiss granitiques, les micaschistes et d'autres roches; dans la coupe du Grimsel, on n'en trouve que six sur 7 kilomètres de long; dans la vallée de la Reuss entre Gœschenen et Wasen, on retrouve vingt fois le granit sur un espace de 4 kilomètres.

Les filons, les fractures de la ligne de contact et ces autres phénomènes ne donnent aucune indication sur l'origine du granit, puisque ce sont des phénomènes bien postérieurs à la formation de la roche.

Il y a dans le massif de l'Aar des granits de trois origines différentes :

1. Granits anciens éruptifs,

2. Granits en bancs caractérisés par des alternances avec des gneiss granitiques et des gneiss œillés.

3. Anciens filons de sécrétion et veines de granit peu micacé et d'eurite. Ces derniers sont très nombreux et se voient souvent à la ligne de contact; on les trouve aussi dans l'intérieur même du granit et dans la zone des schistes.

Les premiers ont déjà été signalés sur divers points du massif par M. de Fellenberg et M. Heim (Gasteren, Bietschorn, Crap Ner).

Le granit en banc ou protogine, si commun dans les Alpes occidentales (Dauphiné, Mont-Blanc) manque dans les Alpes valaisannes, et occupe surtout la partie est du massif du Gothard, et, à l'ouest, un fragment près Cacciola; il occupe la partie méridionale du massif de l'Aar sur toute sa longueur du Bietschorn au Tödi.

Les filons ne sont pas nécessairement de nature éruptive ; ils sont, ainsi que les autres phénomènes de contact indiqués, le résultat de la pression due au soulèvement des Alpes.

L'auteur reconnaît dans ce massif trois espèces de filons : 1. d'anciens filons éruptifs; 2. des filons pseudo-éruptifs ; 3. des filons de sécrétion. Les deux premières espèces sont difficiles à distinguer; la pression latérale a joué un rôle important dans la formation des seconds.

M. Baltzer a donné les analyses suivantes du gneiss œillé du Grimsel (*a*) et du granit massif du même endroit (*b*).

	a	*b*.
Silice..................	67,34	75,04
Magnésie..............	19,32	10,14
Carbonate de chaux.....	2,97	1,72
Potasse................	1,83	5,50
Soude..................	2,34	4,08

Le premier provient du bord sud de la zone, le second du milieu de la zone centrale des roches cristallines.

La carte géologique de la ligne du Gothard, par M. Stapff[1], dont nous avons annoncé la publication, a paru

[1] F.-M. Stapff, Geologische Uebersichtskarte der Gotthardbahn-

cette année; elle comprend le parcours de la ligne sur 111 kilomètres de longueur, entre Erstfeld dans la vallée de la Reuss, sur le versant nord, et Castione au sud. Cette carte, à 1 : 25,000 se compose de 10 feuilles, dont l'une donne l'explication des couleurs et une coupe générale : chaque feuille contient en outre des coupes ou des dessins. J'ai déjà indiqué (Rev. pour 1883, 183) l'emploi des signes et teintes conventionnelles; une heureuse innovation est la superposition de signes indiquant les dépôts superficiels, éboulis, alluvions, etc., aux teintes signalant la nature du sol. La plus grande partie du parcours de la ligne est tracée dans les roches cristallines qui présentent dans leur ensemble la structure en éventail; les terrains sédimentaires, relevés vers le sud, viennent s'appuyer, au nord d'Erstfeld, sur les terrains cristallins. Les terrains secondaires se rencontrent par suite de plissements ou de failles dans l'intérieur de ces massifs cristallins (Urseren, Airolo, Castione, etc.). Nous espérons qu'un texte viendra bientôt expliquer ce remarquable travail, la description du tunnel du Gothard ne rendant compte que d'une bien faible partie de la structure de cet immense massif. Il n'est pas possible de résumer ici la série des formations signalée sur cette carte, nous nous bornerons pour le moment à donner la classification de ces terrains cristallins telle que l'auteur la résume dans la coupe générale :

I. Gneiss micacé du Guspis se trouvant seulement au centre du Gothard.

II. Gneiss de Sella-Piottino-Tessin, — à Erstfeld; au Gothard, des deux côtés du précédent; dans la vallée du Tessin au sud d'Airolo.

Ces deux subdivisions correspondent au gneiss central de Favre,

strecke, kil. 38-149 (Erstfeld-Castione), 1885, 1/25000. Im Auftrag der Direcktion der Gotthardbahn, 1885.

au gneiss ancien de Hauer, au groupe d'Ottawa, Laurentien (?) en Amérique.

III. Gneiss micacé Gurschen-Sorescia. — Se trouve près d'Erstfeld ?; aux Gurtnellen; sur les deux versants du Gothard, faisant suite au précédent; à diverses places dans la vallée du Tessin. Equivalent de la zone des pierres vertes de Gastaldi, de l'huronien, d'après de Hauer.

IV. Gneiss d'Urseren; micaschiste felsitique du Scipsius; sur le versant nord entre Amsteg et Gurtnellen; vallée d'Urseren; sur le versant sud; Scipsius et au sud d'Airolo. Equivalent du gneiss récent et du micaschiste ancien, du gneiss à grain fin. Groupe du Montalban (?) de Hunt.

V. Micaschistes, grenatifères, amphiboliques, paragonitiques, chloritiques, séricitiques, calcaires; en amont d'Amsteg; vallée d'Urseren; environs d'Airolo; Ambri; environs de Lugano. Paléozoïque et mésozoïque.

VI. Granit gneissique du massif du Finsteraarhorn, le plus profond, soulevé en dernier lieu.

Terrains paléozoïques.

M. Lory[1] a reconnu dans la gorge du Guil, entre Guillestre et la Maison-du-Roi, dans le Briançonnais, un affleurement de roche porphyrique massive sous les grès du trias. L'auteur compare ce gisement à celui du porphyre des Windgælle quoique la roche ait des caractères assez différents; il l'attribue au terrain permien; l'affleurement a près de 100^{m} de haut et d'un kilomètre de long.

Terrains mésozoïques.

Terrains triasiques. M. Deecke[1] a donné une description des couches de Raibl dans les Alpes lombardes.

[1] Lory, Note sur deux faits nouveaux de la géologie du Briançonnais (Hautes-Alpes). *Bull. Soc. géol. de France*, 1884, XII, 117.

[1] W. Deecke, Beiträge zur Kenntniss der Raibler Schichten in den Lombardischen Alpen. *Neu. Jahrb. für Miner.* Beil. Band, 1885, III, 429.

M. de Hauer a attribué ce nom à un ensemble de couches triasiques plus ou moins fossilifères, formées de grès, de tufs, schistes et de calcaires et compris entre deux grandes séries de calcaires dolomitiques, les couches d'Esino et la dolomie principale. Ces couches, dont l'auteur figure la distribution sur une carte d'ensemble, sont représentées par des faciès divers et il a fallu de longues recherches pour reconnaître leur place exacte et leurs équivalents. Ce mémoire complète et résume les recherches sur ce sujet, en étudiant ce terrain du lac de Lugano au Val Sabbia. Nous n'avons pas à l'analyser ici, et nous nous bornerons à dire quelques mots de la région la plus voisine de la Suisse.

A l'O. du lac de Côme, ce terrain est faiblement représenté et encore imparfaitement connu. Entre Porlezza et Menaggio on trouve la série des formations suivantes :

1. Servino.
2. Muschelkalk.
3. Calcaire d'Esino.
4. Bancs de calcaires marneux alternant avec des calcaires noirs schisteux.
5. Gisement puissant de gypse de Nobiollo et Logo.
6. Dolomie principale.
7. Rhétien.

C'est dans les couches 4 et 5 qu'on peut trouver les équivalents des couches de Raibl. Le gypse existe dans les Alpes méridionales seulement dans deux horizons, l'un inférieur au muschelkalk, l'autre sous la dolomie principale. A l'est du lac de Côme, les couches de Raibl prennent au pied du mont Grigna un développement plus considérable et elles ont été soigneusement étudiées par M. Benecke (Rev. pour 1884, 185). L'auteur décrit cet

étage en avançant vers l'est et indiquant les différences dans sa composition et ses faciès.

Au-dessus du calcaire d'Esino, on trouve un calcaire en plaques déposé d'une manière très constante dans toute cette région; il est surmonté par quatre faciès divers des couches de Raibl qui passent de l'un à l'autre : 1. faciès tuffeux (val Trompia et Sabbia); 2. faciès calcaire (val di Scalve et Monte di Blum); 3. faciès tuffeux et calcaire des vallées du Brunbo et de la Pioverna; et 4. faciès des schistes noirs et de calcaire rubanné à l'O. du lac de Côme. A la partie supérieure de ces couches parfois très fossilifères (*Myophoria Kefersteini*, *Cardinia problematica*, *Gervillia bipartita*) sont souvent des dépôts de gypse et de cargneule. Le tout est recouvert par la dolomie principale à *Gervillia exilis* et *Megalodon triqueter* qui forme un horizon très constant et bien caractérisé.

TERRAINS RHÉTIEN ET LIASIQUE. M. H. HAAS[1] a commencé la publication d'une monographie paléontologique des brachiopodes jurassiques des Alpes vaudoises. La première livraison contient une indication sommaire des gisements d'après les travaux de M. Renevier et la description des brachiopodes rhétiens, hettangiens et sinémuriens avec les planches. Les observations générales sont renvoyées à la suite du mémoire. Voici la liste des espèces décrites.

Rhétien.

Cyrtina Jungbrunnensis Petzh. sp.
Rhynchonella nov. sp.
Rhynchonella Colombi Rnv.
Terebratula gregaria Suess.

[1] H. Haas, Etude monographique et critique des Brachiopodes rhétiens et jurassiques des Alpes vaudoises et des contrées environnantes. 1re partie. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1884, XI.

Hettangien et sinémurien.

Spirifera alpina Opp.
— (Cyrtina ?) Foreli Haas.
Rhynchonella belemnitica Qu. sp.
— gryphitica Qu. sp.
— Deffneri Opp.
— plicatissima Qu. sp.
— Maillardi Haas.
— acuta Sow. sp.
Terebratula punctata Sow.
— Renevierii Haas.
Zeilleria perforata Piette sp.
— psilonoti Qu. sp.
— Rehmanni Buch sp.
— Choffati Haas.
Lingula sp. ind.

M. Parona[1] a publié une monographie avec 6 planches des brachiopodes liasiques des gisements de Saltrio et d'Arzo. La faune de Saltrio, qui renferme des mollusques très variés, appartient au lias inférieur et moyen ; mais l'étude attentive de la coupe montre qu'il y a là trois horizons distincts, dont l'inférieur renferme surtout des ammonites, le moyen des bivalves et des gastéropodes, le supérieur des brachiopodes. A Arzo, l'horizon inférieur paraît manquer. Voici la liste des fossiles déterminés d'une manière positive :

Nautilus striatus Sow.
— intermedius Sow.
Ammonites Boucaultianus d'Orb.
— Aballoensis d'Orb.
— Birchii Sow.
— natrix Ziet.
— bisulcatus Brug.
— Kridion Hehl.
— stellaris Sow.
— obtusus Sow.
Gryphæa arcuata Lam.
Lima succincta Schl.
— gigantea Sow.
Pecten Hehlii d'Orb.
— textorius Schl.
Avicula sinemuriensis d'Orb.
Myoconcha scabra Tq. et P.
Cardinia hybrida Sow. sp.
Pleurotomaria expansa d'Orb.
— araneosa Desl.
Trochus epulus d'Orb.

La plupart de ces espèces appartiennent au lias infé-

[1] Parona, Brachiopodi liassici di Saltrio e Arzo nelle Prealpi lombarde. *Memor. R. Istit. Lomb.*, 1884.

rieur et spécialement à la partie supérieure; le *Pecten Hehlii* et la *Lima succinta*, qui se trouvent à Arzo seulement, sont du lias moyen. Les brachiopodes, au nombre de 29 espèces, dont plusieurs sont incertaines, appartiennent au lias inférieur et moyen. Je cite ici ceux dont la détermination est positive:

Spiriferina rostrata Desl.
 Hartmanni Ziet.
 expansa Stop.
 rupestris Desl.
 oxigona Desl.
 Walcottii Sow.
Rhynchonella flabellum Mgh.
 Sordellii Par.
 tetrahedra Sow.
 Scherina Gemm.
Rhynchonella Briseis Gemm.
 acanthica Par.
Rhynchonellina Alpina Par.
Terebratula punctata Sow.
 gozzanensis Par.
 adnethica Suess.
Waldheimia (Zeilleria) cornuta Sow.
 subnumismalis Dav.
 Sarthacensis d'Orb.
 cf. Ewaldi Opp.

Terrains jurassiques. M. Rüst[1] a fait des recherches microscopiques sur diverses espèces de roches dans le but de reconnaître et de déterminer les Radiolaires fossiles qui y sont contenus. Ces fossiles se trouvent surtout dans les calcaires siliceux et les silex. Il en a déterminé 234 espèces provenant de 9 espèces de roches différentes dont la plupart sont liasiques ou jurassiques, une néocomienne (?), et une tertiaire (flysch) ne contenant que trois espèces. Les roches les plus abondantes sont les schistes à *Aptychus* de la Bavière et du Tyrol qui en ont fourni 77 espèces, et les jaspes et silex tithoniques de l'Allgau, du Tyrol et de la Suisse occidentale, où 140 espèces ont été reconnues; les espèces sont parfaitement identiques dans les deux groupes, de sorte qu'on ne peut pas établir là deux faunes distinctes.

[1] Rüst, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. *Palæontogr.*, 1885, XXXI, liv. 5 et 6.

Dans les jaspes rouges, les radiolaires sont extrêmement abondants, les coquilles se touchent toutes et leur couleur rouge est due à l'argile ferrugineuse qui en remplit les cavités ; ils sont souvent beaucoup plus rares dans le silex ; les premiers correspondent aux argiles à radiolaires trouvées dans le fond des mers actuelles ; leur développement est semblable à celui de la tourbe ; les silex correspondraient aux argiles à éponges. Des cailloux de la plaine suisse, formés de silex foncés contenus dans un calcaire clair, sont aussi très riches en radiolaires. Les jaspes rouges sont en place dans l'Allgau où ils appartiennent au tithonique ; on en trouve beaucoup de cailloux roulés dans la nagelfluh du Righi, de l'Utliberg et dans les graviers de la Limmat, de la Reuss, de l'Aar et du Rhin.

Les trois divisions des terrains jurassiques renferment des radiolaires ; mais le jurassique inférieur en contient beaucoup moins que le supérieur et le lias. Le tertiaire est encore plus riche que le jurassique en fossiles de ce groupe ; mais les terrains crétacés en renferment très peu, à peine une douzaine d'espèces ; par contre les foraminifères et les éponges y sont excessivement abondants. Ces deux classes de fossiles et les radiolaires s'excluent mutuellement et sont développés dans chaque terrain en proportion inverse.

Faute de documents paléontologiques, M. Lory[1] n'avait pu tracer aucune subdivision dans la grande masse des calcaires compacts superposés au trias qu'il avait nommés calcaires du Briançonnais et qui ont une place importante dans la géologie des Alpes du Dauphiné. Liés aux calcaires du massif des Encombres en Maurienne dans

[1] Lory, Note sur deux faits nouveaux.....

lesquels on trouve des fossiles du lias moyen et inférieur, ils avaient été classés dans cette formation à laquelle ils appartiennent sans doute en majeure partie ; mais à partir du parallèle de Briançon, l'épaisseur de ces calcaires augmente beaucoup et on trouve dans la partie supérieure des conglomérats grossiers contenant souvent des éléments des calcaires inférieurs. A Guillestre, un calcaire rouge rempli d'ammonites vient se superposer dans cette série ; les fossiles en sont pour la plupart indéterminables; récemment cette couche a fourni les *Belemnites hastatus* Bl., *Bel. latesulcatus* Voltz, *Aptychus lævis latus*, *Ammonites* aff. *transversarius* Qu., *Perisphinctes* sp., qui permettent de rapporter cet horizon au terrain oxfordien. Le calcaire de Guillestre est recouvert d'autres calcaires sur lesquels repose en discordance le nummulitique.

Plus au sud on trouve sous le calcaire rouge une cinquantaine de mètres de calcaires noirs alternant avec des poudingues à cailloux liasiques et triasiques; au-dessous sont des bancs charbonneux à petits fossiles indéterminables ; au-dessous encore l'épaisse masse des calcaires du Briançonnais. M. Lory pense que ces derniers doivent être classés dans le lias, et que les poudingues avec bancs charbonneux pourraient être regardés comme un équivalent des dépôts bajociens et bathoniens à faciès littoral, semblables à ceux des environs de Gap et de Digne, et qui sont si développés dans les chaînes extérieures des Alpes de la Savoie et de la Suisse.

M. Pillet[1] a signalé la découverte de l'*Ammonites Murchisonæ* Sow. au pied du Mont-du-Chat dans un

[1] L. Pillet, Découverte de l'Ammonites Murchisonæ et du bajocien au Mont-du-Chat. *Rev. Savois.*. 1885, 215.

calcaire friable dans lequel il avait trouvé auparavant beaucoup de *Pecten, Plagiostoma, Lima* indéterminables et l'*Avicula Munsteri* Bronn (*Avicula digitata* Desl.). Le bajocien se trouve ainsi bien caractérisé dans cette région au-dessous du bathonien et une faille le met au contact de la mollasse.

M. Nicolis, qui a publié en 1882 une carte géologique de la province de Vérone (Rev. pour 1882, 195), a continué activement depuis ses recherches sur les terrains de cette contrée. Cette même année il donnait[1] un mémoire sur les terrains liasiques et jurassiques, puis plusieurs autres notes que nous avons résumées. Son dernier travail, en collaboration avec M. Parona[2], est relatif au terrain jurassique supérieur et comprend outre une notice stratigraphique, une partie paléontologique avec deux planches. Les terrains décrits sont : 1° la zone *Amm. transversarius* avec une faune nombreuse dans laquelle on est étonné de voir associés les noms d'espèces de cette zone, du callovien, du bathonien et de la zone à *Amm. acanthicus;* 2° zone à *Amm. acanthicus*, riche en fossiles; 3° tithonique dont les couches inférieures, avec 42 espèces, renferment la *Terebratula diphya;* et les couches supérieures, avec 51 espèces, contiennent les *Terebratula diphya* et *janitor;* 10 espèces seulement sont communes à ces deux horizons.

Les foraminifères à coquilles agglutinantes jouent un rôle important dans les terrains jurassiques de la Suisse

[1] Nicolis, Sistema liasico-giurese della Provincia di Verona. *Acad d'Agricult.*, *Arti e Comm. di Verona*, 1882, LVII.

[2] Nicolis et Parona, Note stratigrafiche et paleontologiche sul Guira superiore della Provincia di Verona. *Bolet. Soc. geol. ital.*, 1885, IV, 1.

et impriment un caractère spécial à certains horizons. Le groupe des *Arenacea* est particulièrement développé dans les couches à *Scyphia* de la zone à *Amm. transversarius*, et les Lituolides y atteignent un développement exceptionnel, très favorable à leur étude. M. HÆUSLER [1] a fait des recherches sur ces organismes. Plusieurs espèces ne se trouvent que dans les bancs calcaires et noduleux à spongiaires, tandis que les bancs plus argileux renferment beaucoup de variétés. Cette étude amène à la conclusion que les nombreux types de ces foraminifères sont provenus sous l'influence de diverses causes, de quelques formes simples et peu abondantes. Ces organismes se modifient très facilement sous l'influence des circonstances extérieures; plusieurs types présentent une facilité extraordinaire d'adaptation.

La famille des Lituolides est représentée dans les couches à *Amm. transversarius* de l'Argovie par 43 espèces des genres *Placopsilina, Bdelloidina, Reophax, Haplophragmium, Haplostiche, Lituola, Thurammina, Ammodiscus, Trochammina, Hormosina, Webbina, Thusamminopsis*, appartenant aux deux familles des Lituolinées et Trochammininées.

Vingt-trois espèces passent aux couches à *Terebr. impressa*. L'auteur ajoute quelques détails relatifs à leur disposition dans les divers horizons de l'Argovien. Dans la Suisse occidentale, les marnes de l'Argovien supérieur contiennent deux types, *Nubecularia tibia* et *Spiroculina Jaccardi* qui paraissent manquer dans l'Argovien du reste de la Suisse.

[1] R. Hæusler, Die Lituolidenfauna der aargauischen Impressaschichten. *Neu. Jahrb.* Beil. Band, IV, 1885, 1.

Une description paléontologique avec trois planches accompagne ce mémoire.

M. P. DE LORIOL[1] a publié un premier supplément à l'Echinologie helvétique. Les 25 espèces décrites appartiennent presque toutes au terrain jurassique supérieur du Jura bernois.

M. KOBY[2] a continué sa monographie des polypiers jurassiques de la Suisse. Ces nouvelles livraisons sont accompagnées de nombreuses planches.

Dans ses études sur les coraux des terrains jurassiques du Jura, cet auteur[3] a reconnu d'une manière certaine l'existence de types bien caractérisés de coraux rugueux (Tétracoralliens), regardés jusqu'ici comme exclusivement paléozoïques, et dont quelques types douteux avaient seulement été reconnus dans les terrains plus récents. Il en a trouvé une douzaine d'espèces provenant de l'épicorallien de la Caquerelle, de l'astartien de Bressancourt et du ptérocérien à faciès coralligène à Valfin.

M. l'abbé BOURGEAT[4] a poursuivi ses recherches sur les terrains jurassiques supérieurs du Jura. Les coupes très nombreuses et détaillées qu'il donne de ces terrains sont prises dans le territoire situé entre les sources du Doubs et la Perte du Rhône aux environs de Foncine, Morez, la Riponne, les Crozets, Saint-Claude, Charix, etc.

[1] P. de Loriol, Premier supplément à l'Echinologie helvétique. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1885, XII.

[2] Koby, Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse (suite). *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1884, XI; 1885, XII.

[3] Koby, Existence de coraux rugueux dans les couches jurassiques supérieures. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1885, XIV, 238.

[4] Bourgeat, Nouvelles observations sur le jurassique supérieur des environs de Saint-Claude et de Nantua. *Bull. Soc. géol.*, 1885. XIII, 587.

L'ensemble de ces coupes, comprises entre le purbeckien et l'oxfordien, montre les variations dans le dépôt des dolomies portlandiennes; il indique aussi que la partie supérieure du ptérocérien est séparée du crétacé inférieur par des dépôts dont l'épaisseur oscille de 55^{m} à 140^{m}, ce qui prouve qu'elle varie de niveau géologique dans des limites assez étendues. Partout où le ptérocérien atteint une certaine puissance, on y trouve intercalés des calcaires plus ou moins oolithiques à Diceras et polypiers; ailleurs ce sont des calcaires à Diceras et nérinées qui enveloppent le faciès marneux; ce terrain présente deux faciès; un faciès marneux à ptérocères vers le N.-O. et un faciès oolithique à Diceras vers le S. O. Ce dernier est celui du ravin de Valfin.

Les marnes virguliennes, facilement reconnaissables et surmontant le ptérocérien, renferment aussi, sur la route de Morez, des calcaires oolithiques; on les retrouve dans un grand nombre de coupes; ils vont en augmentant d'épaisseur vers le sud. Le faciès marneux à *Exogyra* disparaît peu à peu, tandis que le faciès coralligène envahit la partie inférieure de ces marnes et finit par se souder au corallien de Valfin, de manière à former avec lui une seule grande masse coralligène.

Au-dessus de ces assises l'auteur a reconnu nettement sur plusieurs points les dépôts à *Cyprina Brongniarti* et *Terebr. subsella.* La nature de ces dépôts indique qu'il y a eu déjà pendant l'époque jurassique une émersion d'une partie de la chaîne du Jura.

Ce travail se termine par des considérations paléontologiques sur le changement de faciès de la zone ptérocérienne.

La faune coralligène de Valfin a une très grande ana-

logie avec celle de Stramberg; on y trouve quelques espèces de Saint-Mihiel, mais l'ensemble accuse un niveau ptérocérien parfaitement caractérisé. Il y a mélange d'espèces regardées comme coralliennes avec des espèces séquaniennes, virguliennes et portlandiennes ou communes à plusieurs de ces horizons. Les listes des faunes coralliennes de Cinquétral, d'Oyonnax, d'Échallon indiquent toutes une faune franchement ptérocérienne.

Purbeckien. Lors des excursions de la Société géologique de France dans le Jura, plusieurs gisements purbeckiens ont été visités et les trouvailles faites ont été remises à M. Maillard[1] qui a pu compléter ainsi ses recherches sur cet horizon (Rev. pour 1884, 298). Il a fourni quelques détails nouveaux sur les gisements de Morillon (Jura), de Yenne (Savoie), de Moutiers (Jura bernois) dont il donne la coupe d'après M. Choffat. Enfin il a recueilli une coupe très complète de ce terrain dans la Cluse de Chailles (Savoie-Isère). Cet endroit se trouve au delà du point où M. Maillard avait fixé la limite du purbeckien, dans une région que cet auteur regardait comme occupée par un équivalent marin du purbeckien qu'il nommait Infracrétacé. Des fossiles d'eau douce y furent trouvés plus tard; M. Maillard s'y rendit et releva une coupe complète de ce gisement important. En partant de St-Béron, on trouve dans la Cluse de Chailles : 1° la mollasse marine fortement redressée, s'appuyant sur 2° l'hauterivien, très puissant; sous celui-ci affleure 3° le valangien supérieur, calcaire roux, séparé par une faille du 4° valangien inférieur, calcaire compact. Un peu au delà com-

[1] G. Maillard, Supplément à la monographie des invertébrés du Purbeckien du Jura. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1885, XII.

mence le purbeckien, formé d'alternances de marnes diverses, de calcaires gris foncé, caverneux, granuleux, etc. ; l'auteur a distingué 24 subdivisions. Au milieu de la coupe on trouve une couche à coquilles d'eau douce (*Physa* et tests noirs de coquilles) ; quelques bancs plus haut dans le purbeckien même on recueille des *Ammonites, Tylostoma, Chemnitzia* et des bivalves indéterminables. Non loin de là, à 4^m sous le valangien, un calcaire, renfermant beaucoup de *Cerithium* dont le moule intérieur est composé d'une matière asphaltique brillante, recouvre en corniche une marne dans laquelle a été trouvée une térébratule en place. Ces fossiles sont malheureusement très mal conservés; l'ammonite a un caractère franchement jurassique.

A la suite de la description de ces divers types, M. Maillard constate qu'il faut reculer au nord jusqu'à Moutiers la limite du purbeck qu'il avait fixée à Bienne, et que, au sud, elle doit être reportée jusque dans l'Isère. La subdivision que l'auteur avait nommée infracrétacé tombe tout à fait ; elle n'est que du purbeck sous un faciès particulier et non un faciès littoral des couches de Berrias. Trois des 4 fossiles marins qui y ont été trouvés *Ammonites* aff. *Lorioli*, Zitt. *Chemnitzia* aff. *dichotoma* Credn., *Terebratula* aff. *subsella* Leym., se rapprochent plutôt de types jurassiques. Si ces déterminations se confirment, nous avons ici, comme dans le Jura plus septentrional, un retour d'une faune portlandienne à laquelle la faune valangienne succède immédiatement. Là où on a constaté des intercalations valangiennes, dans le purbeck, elles sont toujours dans la partie supérieure du terrain ; la faune portlandienne réapparaît de même dans cette partie supérieure. On a donc la preuve que l'âge

portlandien dure encore quelque part pendant toute la phase purbeckienne, tandis que le valangien ne commence que peu avant la fin de cette phase ; ce qui paraît rattacher le purbeck plus fortement au jurassique qu'au crétacé.

M. HOLLANDE[1] a donné la description de la Cluse de Chailles en Savoie, dont nous venons de parler. Dans le bas le calcaire valangien est blanc avec petits fossiles et nombreux fragments d'*Ostrea*; puis viennent des bancs de calcaire gris cendré compact avec *Ammonites*. Chacun de ces bancs à fossiles marins présente à la base un conglomérat à rognons noirs de $0^m,15$ à $0^m.20$ d'épaisseur et renfermant par place des cérithes, accompagnés d'une matière charbonneuse et même goudronneuse. Cette substance enveloppe complètement le fossile à l'état de moule. Il y a donc ici alternance de faciès saumâtres et marins, qui paraissent appartenir à l'horizon du Purbeck. Cette même alternance s'observe au col du Crucifix sur le versant du lac d'Aiguebellette au-dessus des dépôts kimméridiens et portlandiens; on trouve là un calcaire gris cendré avec conglomérats à rognons noirs et nombreuses sections de petits fossiles du purbeck dans les parties compactes, puis, intercalés dans ces dépôts saumâtres, plusieurs bancs de calcaire jaune avec natices, nérinées et nombreux moules d'acéphales. Parmi ces fossiles appartenant au valangien, l'auteur cite *Natica helvetica* et *Nerinea lobata*.

TERRAINS CRÉTACÉS. M. RENEVIER[2] rapporte les ter-

[1] Hollande, Excursion à la cluse de Chaille, les Gruats et la Combe près de Saint-Béron. *Rev. savois.*, 1885, 274.

[2] Renevier, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1885, XIV, 244.

rains jurassiques supérieurs et crétacés des Préalpes de la Suisse aux faciès de mers profondes. Les calcaires rouges, considérés comme crétacé supérieur, sont l'équivalent du crétacé moyen et supérieur et même dans certaines chaînes de tout le crétacé; car on les voit passer au malm près du lac Taney (Rittener) et dans la chaîne des Corbettes (Schardt).

Mentionnons une nouvelle classification des terrains crétacés par M. Mayer-Eymar [1]. Ces terrains y sont subdivisés en dix âges ou étages correspondant aux périhélies et de la durée de 22,500 à 23,500 ans chacune (danien, sénonien..., valanginien, purbeckien), et en vingt époques ou sous-étages correspondant aux derniers périhélies, de la durée de 11,200 à 11,700 ans.

(A suivre.)

[1] Ch. Mayer-Eymar, Classification des terrains crétacés conforme à l'équivalence des périhélies et des étages. Zurich, 1885.

PRINCIPE DES FORCES VIVES

EN

HYDRODYNAMIQUE

ET SON

APPLICATION AUX MOTEURS HYDRAULIQUES

PAR

M. Ch. CELLÉRIER
Professeur à l'Université de Genève.

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 18 février 1886.

L'objet de ce travail est d'étendre au mouvement varié d'un liquide une loi qui, jusqu'ici, n'a été considérée comme appliquable qu'à l'hydraulique, c'est-à-dire au mouvement permanent. Voici, comme on sait, les caractères de ce dernier mouvement.

La surface de la masse fluide est supposée invariable de forme; la pression en un même point reste constante; toutes les particules fluides qui y passent ont des vitesses égales et de même direction et suivent la même trajectoire. Les trajectoires partant de tous les points d'un petit contour forment une sorte de tube nommé filet, où le fluide coule comme dans un canal fermé.

Il en résulte dans les équations du mouvement une simplification qui sera indiquée plus loin et permet d'établir aisément la loi de la vitesse et de la pression tout du long d'un filet; cette loi constitue le principe de Bernouilli. Toutefois on a plutôt à l'employer pour un courant de dimensions finies que pour un filet infiniment mince. et sous cette forme elle peut s'exprimer par l'énoncé suivant dont le principe de Bernouilli n'est qu'un cas particulier :

L'accroissement de la demi-force vive d'une masse fluide pendant un certain temps est égal au travail des pressions extérieures sur sa surface, plus celui des forces autres que les pressions.

De la sorte, les pressions intérieures à la masse disparaissent du résultat.

Pour évaluer l'effet des moteurs hydrauliques, on y considère le mouvement du fluide comme permanent, ce qui est fort inexact; dans les ouvrages traitant de l'hydraulique, cette lacune de la théorie est en général signalée; toutefois les résultats ainsi trouvés sont exacts comme moyenne.

Dans le mouvement varié, la simplification mentionnée ci-dessus n'a plus lieu, et il se présente en outre une difficulté particulière, savoir la *diffusion* du fluide, ou le mélange qui s'opère progressivement sur la surface de séparation de deux portions de la masse. Cette difficulté n'existe pas dans la théorie du mouvement permanent, par suite de la régularité théorique attribuée aux filets.

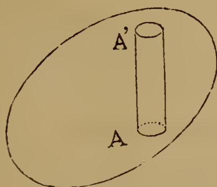
Mon but est de démontrer que malgré ces circonstances la loi énoncée plus haut est rigoureusement vraie dans le mouvement varié quelconque d'une masse liquide, et d'en déduire une théorie plus rationnelle du mouvement

des moteurs hydrauliques; mais l'extension dont il s'agit n'est appliquable qu'aux liquides et non aux gaz.

En mécanique, comme on sait, on ne doit point confondre la vitesse et le mouvement sensibles avec ceux d'une molécule, qui est affectée de vibrations thermiques. Le mouvement sensible peut être défini comme étant celui du centre de gravité d'une petite masse; on peut attribuer à celle-ci des dimensions qui permettent de la considérer comme infinitésimale, bien qu'elle contienne un nombre immense de molécules; leurs mouvements thermiques, en se neutralisant, n'altèrent en rien la vitesse du centre de gravité; il ne lui reste que le mouvement sensible ou observable, commun à la petite masse.

Équations du mouvement du centre de gravité d'une petite masse. Nous désignerons par ρ la densité constante du fluide, par p la pression en un point quelconque (x, y, z), laquelle est une fonction continue de x, y, z, et du temps t; par G le centre de gravité de la masse m, que nous supposerons d'abord de grandeur finie.

Figurons l'axe des x vertical de bas en haut. Pour trouver la somme des projections des pressions extérieures sur cet axe, partageons la masse en prismes verticaux infiniment minces. L'un d'eux étant AA′ et sa section ω,



il interceptera sur la surface, en la supposant convexe, deux éléments en A, A′; leurs aires sont $\dfrac{\omega}{\cos i}$, $\dfrac{\omega}{\cos i'}$,

i et i' étant les inclinaisons des plans tangents sur le plan horizontal. Si la pression est p en A, p' en A', elle deviendra pour le premier $\frac{p\omega}{\cos i}$, et la projection de la force sur la verticale, qui fait l'angle i avec la normale, sera $p\omega$; celle de la pression sur l'élément A' sera de même $-p'\omega$; en les réunissant on aura $(p-p')\omega$ ou $-\frac{p'-p}{AA'}$, ω. AA'; p' est ce que devient p quand x augmente de AA', tandis que y, z, et t restent constants; ainsi d'après un théorème connu

$$\frac{p'-p}{AA'}=\left(\frac{dp}{dx}\right)$$

en prenant pour cette dérivée partielle la valeur qui correspond à un certain point de AA'. Comme ω. AA' est le volume v du prisme, l'expression ci-dessus devient $-v\left(\frac{dp}{dx}\right)$. La somme totale des projections des pressions sera ainsi $-\Sigma v\left(\frac{dp}{dx}\right)$, étendue à tous les prismes. Le volume total étant $\frac{m}{\rho}$, le résultat peut s'exprimer par

$$-\frac{m}{\rho}\left(\frac{dp}{dx}\right)$$

en lui donnant une certaine valeur moyenne entre celles qui correspondent aux divers points intérieurs à la masse. Les autres forces, que nous nommerons forces accélératrices, deviennent très petites avec m et nous désignerons par mX, mY, mZ, les sommes de leurs projections sur les axes. Les équations du mouvement du

centre de gravité G, auquel toutes les forces sont appliquées seront ainsi

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = m\,\mathrm{X} - \frac{m}{\rho}\left(\frac{dp}{dx}\right)$$

et deux autres analogues. La valeur de $\left(\frac{d\,p}{d\,x}\right)$ correspondant à un point intérieur, on pourra admettre que ce soit au point G lui-même, et cela avec d'autant plus d'exactitude que la masse m sera plus petite.

En ajoutant les trois équations multipliées par $\frac{d\,x}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$, et désignant par v la vitesse du point G, on aura

$$(1) \qquad \frac{d.(\frac{1}{2}\,mv^2)}{dt} = \frac{m\,(\mathrm{X}dx + \mathrm{Y}dy + \mathrm{Z}dz)}{dt} - \frac{m}{\rho}\,q,$$

en posant pour abréger

$$(2) \qquad q = \left(\frac{dp}{dx}\right)\frac{dx}{dt} + \left(\frac{dp}{dy}\right)\frac{dy}{dt} + \left(\frac{dp}{dz}\right)\frac{dz}{dt}.$$

Dans le mouvement permanent, on peut réduire la masse à un point G : qdt est alors la différentielle totale de p, ou son accroissement dp quand on passe de G à un autre point G′ très voisin sur une même trajectoire. En chacun de ces points v et p sont constants, et l'équation fournit la valeur de $d.\left(\frac{1}{2}v^2 + \frac{p}{\rho}\right)$ au moyen du travail des forces, ce qui permet l'intégration tout le long d'une trajectoire ou d'un filet. C'est la simplification men-

tionnée précédemment, qui ne se présente plus quand la pression varie avec le temps. Même les équations du mouvement de la masse m ne sont vraies que pour l'instant où elle a une surface bien limitée; elle ne l'a plus ensuite à cause de son mélange avec les masses voisines.

Force vive d'une masse de grandeur quelconque. Désignons par M cette masse dont m ne sera qu'un élément; par F sa demi-force vive totale, de sorte que $F = \Sigma \frac{1}{2} m v^2$. En ajoutant les équations (1) correspondant à chaque élément, on aura

$$(3) \qquad \frac{dF}{dt} = \frac{dT}{dt} - \frac{1}{\rho} \Sigma mq,$$

en posant

$$dT = \Sigma m (X dx + Y dy + Z dz);$$

ainsi dT est le travail des forces accélératrices sur la masse entière pendant l'instant dt. Ce travail ne comprend point celui des pressions extérieures à la masse; celles-là font partie des pressions extérieures à la masse m, dont on a évalué les projections pour former les équations du mouvement. Soit qu'une portion de la surface de m appartienne ou non à la surface externe de la masse totale, le calcul n'est en rien changé.

Désignons maintenant par S, S' les valeurs de la somme Σmp à deux époques différentes, la première, pour S, étant celle à laquelle correspond l'équation (3), tandis qu'une durée Θ s'écoule ensuite jusqu'à la seconde; ce temps Θ est supposé de grandeur finie, assez petit toutefois pour assurer la convergence des séries qui seront

employées. Les sommes Σ s'étendent à la masse entière qui a pu dans l'intervalle se déformer d'une manière quelconque. Ces sommes auront, comme on sait, une valeur bien déterminée, pourvu que la masse soit décomposée en éléments de volume infiniment petits, la pression p correspondant pour chacun à l'un de ses points intérieurs ; en effet, soit qu'on choisisse l'un ou l'autre de ces points, la pression ne changera que d'une quantité infiniment petite, et il en sera de même de la somme; nous pourrons donc admettre que p corresponde pour chaque élément m à son centre de gravité.

Soient G à la première époque, G′ à la seconde le centre de gravité d'une même petite masse m, qui était d'abord un élément de masse bien défini, mais a pu se disperser plus ou moins dans l'intervalle. Comme les vitesses ne peuvent varier d'une façon tout à fait brusque la différence de vitesse de G et d'une portion μ de l'élément est infiniment petite; la distance de G′ et μ serait donc infiniment petite à la seconde époque comme celle de G et μ à la première, si leurs deux mouvements étaient rectilignes et uniformes. S'il n'en est pas ainsi, ce ne peut être dû qu'à une différence d'accélération ou à une déviation, laquelle est sensiblement proportionnelle à Θ^2; la distance de G′ à μ à la seconde époque aurait donc Θ^2 en facteur, et même en général elle serait probablement imperceptible, l'accélération devant différer très peu en deux points très rapprochés.

Nommons S″ pour la seconde époque la somme $\Sigma mp'$, étendue à la masse, mais où les éléments m sont les mêmes que pour S ou formés des mêmes molécules, p' correspondant pour chacun à son centre de gravité. Voici en quoi S″ diffère de S′ : un élément m quelconque

a pu avoir ses parties μ, μ'..... plus ou moins dispersées entre les deux époques; dans la somme S′ chacun est multiplié par la pression p'' qui lui correspond réellement, tandis que dans S″ elle est multipliée par p' correspondant à G′ ; la différence pour une partie μ est $\mu(p''-p')$; mais $p''-p'$ est sensiblement proportionnelle à la petite distance de μ à G′, et celle-ci l'est à Θ^2 ; la différence précédente aura donc $\mu\Theta^2$ en facteur ; pour toutes les parties de m réunies ce sera $m\Theta^2$, et pour la masse entière on aura $S'-S''=L\Theta^2$, L étant une quantité finie ; celle-ci sera même, comme on l'a vu, en général négligeable; il est du reste inutile de chercher les cas où il en est ainsi parce que le résultat final ne serait pas changé.

En rassemblant les éléments homologues de S et S″, on aura donc :

$$\frac{S'-S}{\Theta}=L\,\Theta+\frac{S''-S}{\Theta}=L\Theta+\Sigma m\left(\frac{p'-p}{\Theta}\right);$$

ici p et p' correspondent au centre de gravité de m aux deux époques; la pression a varié comme fonction, soit de t, soit de x, y, z, coordonnées du centre et fonctions de t. On a donc

$$p'-p=\left[q+\left(\frac{dp}{dt}\right)\right]\Theta+\text{etc.},$$

les termes suivants ayant Θ^2 en facteur, et q étant l'expression (2) ou

$$\left(\frac{dp}{dx}\right)\frac{dx}{dt}+\left(\frac{dp}{dy}\right)\frac{dy}{dt}+\left(\frac{dp}{dz}\right)\frac{dz}{dt},$$

qui correspond au centre de gravité à la première époque. Il en résulte

$$\frac{S' - S}{\Theta} = L\Theta + \Sigma mq + \Sigma m \frac{dp}{dt},$$

en comprenant dans $L\Theta$ les autres termes ayant Θ en facteur. En substituant la valeur de Σmq tirée de l'équation (3) on trouve

$$(4) \qquad \frac{S' - S}{\Theta} = L\Theta + \Sigma m \frac{dp}{dt} + \rho \frac{dT}{dt} - \rho \frac{dF}{dt}.$$

Désignons par C la région qui n'était occupée par le liquide qu'à la première époque; par C′ celle qui ne l'est qu'à la seconde; par C″ celle qui l'est aux deux époques; par σ, σ' les portions des sommes S, S′ qui correspondent à la région commune C″. On peut partager celle-ci en éléments de volume identiques pour chaque somme, d'où résulte

$$\sigma' - \sigma = \Sigma m (p' - p),$$

p et p' étant les pressions aux deux époques pour l'élément m ou pour un même point; x, y, z restant constants, on aura donc

$$p' - p = \left(\frac{dp}{dt}\right)\Theta + \text{etc.}, \quad \frac{\sigma' - \sigma}{\Theta} = L'\Theta + \Sigma m \left(\frac{dp}{dt}\right),$$

L′ étant une quantité finie. La somme Σ s'étend à la région C″ seulement, et à la première époque; mais il est indifférent de l'étendre en outre à la région C, c'est-à-dire à la masse entière, parce que la portion ainsi ajoutée devient comme le volume de la région C, infiniment petite en même temps que Θ et qu'on peut la comprendre dans $L'\Theta$. La somme Σ se trouvera ainsi la même qui entre

dans l'équation (4); on aura donc, en soustrayant la précédente et en faisant rentrer $L'\Theta$ dans $L\Theta$,

$$(5) \qquad \frac{s'-s}{\Theta} = L\Theta + \rho\frac{dT}{dt} - \rho\frac{dF}{dt},$$

en posant $s = S - \rho$, $s' = S' - \rho'$. De la sorte, s, s' sont encore des sommes de la forme Σmp, étendues, s à la région C seulement et à la première époque, s' à la région C' et à la seconde époque. Toutes deux devenant très petites en même temps que Θ, nous pouvons maintenant prendre cette durée infiniment petite. Le travail dT' des pressions extérieures qui lui correspond se trouve alors par un raisonnement connu.

Partageons la surface à la première époque en éléments ω. Par suite d'un déplacement infinitésimal, tous les points de l'un d'eux décriront de petites droites α sensiblement égales et parallèles, faisant l'angle i avec la normale, de façon à venir former un élément ω' de la nouvelle surface. La pression extérieure p étant normale, celle que supporte l'élément est $p\omega$, et son travail, au signe près, $p\omega\alpha\cos i$, ou pv, v étant le volume du petit cylindre ayant pour bases ω et ω'.

En ajoutant ce travail pour tous les éléments, on aura $dT' = \Sigma \pm pv$, la somme s'étendant à tous les éléments de volume séparant l'ancienne et la nouvelle surface, c'est-à-dire à tous ceux que la masse n'occupait qu'à l'une des deux époques, en employant le signe + ou — suivant que le déplacement s'opérait dans le sens de la normale intérieure ou extérieure. On doit donc prendre le signe + partout où v constituait une diminution de volume, c'est-à-dire dans la région C, et le signe — dans

la région C′; en désignant par m l'élément de masse correspondant à v, on aura

$$dT' = \frac{1}{\rho} \Sigma \pm mp_{\omega}^{*};$$

d'ailleurs la pression p extérieure est la même qui existe dans l'élément ; d'après la signification de s, s', la valeur précédente revient à

$$dT' = \frac{1}{\rho}(s - s').$$

Ce travail correspond au temps Θ que nous pouvons maintenant désigner par dt, et l'équation (5) où le terme $L\Theta$ disparaît se réduit ainsi à

$$dF = dT' + dT;$$

l'accroissement de la demi-force vive pendant le temps dt est donc égal au travail des pressions extérieures et des forces accélératrices pendant le même temps. Il en sera donc ainsi également pendant un temps quelconque.

C'est le principe qu'il s'agissait de démontrer.

Résistances passives. On sait que le choc entraîne une perte de force vive quand les deux corps, au lieu de se séparer en se repoussant, restent au contact après le choc, comme cela a lieu pour les corps mous. Le même phénomène se produit quand la vitesse d'une portion d'un liquide est ralentie par son contact avec une autre portion. Ce n'est pas un choc brusque, mais graduel. La perte de force vive qui en résulte se présente surtout aux points où un courant se ralentit en se dilatant, et le plus

souvent à ceux où il y a diffusion. Celle-ci joue un rôle essentiel dans ce qu'on appelle le frottement de l'eau sur l'eau, qui est un phénomène très complexe.

L'existence de ce frottement est visible, et on le figure par une force directement opposée au mouvement. Mais le cas est le même pour les autres causes analogues tendant à diminuer la vitesse, et pour en tenir compte dans le calcul, il faut les assimiler à des forces capables de produire les mêmes effets. Elles jouent le même rôle que les résistances passives dans une machine ordinaire, et nous les désignerons de même. Le principe des forces vives pour un temps quelconque sera donc

$$\Delta F = \Delta T' + \Delta T - \Delta . T_r , \tag{6}$$

ΔF étant l'accroissement de la demi-force vive pendant ce temps, $\Delta T'$ le travail des pressions extérieures, ΔT celui de la pesanteur et $-\Delta T_r$ celui des résistances qui est toujours négatif. On peut laisser de côté les cas où il y aurait d'autres forces accélératrices, actions à distance, etc.

En hydraulique, pour tous les accidents de la forme d'un courant, on sait quelles résistances agissent et on connaît leur travail T_r; pour celle qui accompagne la dilatation d'un courant on connaît même T_r par la théorie, et son accord avec l'observation est très précis. Il n'y a d'inconnu que le travail des résistances naissant de mouvements eux-mêmes inconnus, c'est-à-dire de bouillonnements confus.

Le travail d'une résistance pendant un certain temps étant ΔT_r son rapport au poids de l'eau écoulée pendant ce temps se nomme la *perte de charge ;* c'est une fonction bien déterminée de la vitesse, indépendante de l'accélé-

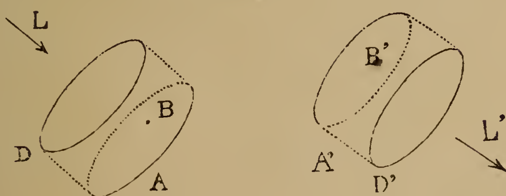
ration ; ainsi ses valeurs une fois connues pour le mouvement permanent restent les mêmes dans le mouvement varié.

Dans une expérience connue de Joule, toute la force vive communiquée à une masse d'eau par des agitateurs se retrouvait sous forme de chaleur dégagée quand l'eau était revenue au repos.

En appliquant l'équation (6) à ce mouvement, l'eau partant du repos et y revenant dans la même position, on a $\Delta F = 0$, $\Delta T = 0$, $\Delta T' = \Delta T_r$; $\Delta T'$ était le travail mesuré, et retrouvé sous forme de chaleur ; celle-ci était donc égale au travail de toutes les résistances qui avaient agi ; elles provenaient de frottements de l'eau sur les parois et sur elle-même, et de dilatations de courants.

Dans l'expérience, la masse d'eau avait aux deux époques la même forme et les mêmes pressions. On voit que dans ces conditions le travail des résistances ci-dessus et sans doute des autres est accompagné d'une production de chaleur équivalente. D'autres considérations portent à croire qu'il en est sensiblement de même dans le cas général d'une déformation quelconque.

Application aux moteurs hydrauliques. — Imaginons un courant arrivant en L, faisant marcher un appareil



hydraulique et sortant en L' ; peu importe que ce soient des veines fluides, ou que l'eau s'y trouve dans des

tuyaux ou des canaux découverts, que la section dans chacun soit constante ou variable; mais nous admettons qu'il y ait dans les deux courants, à distance suffisante de l'appareil, une portion où les vitesses soient à peu près parallèles. Menons dans chacune des plans A,A′, à peu près perpendiculaires aux vitesses et dont la position restera invariable.

Considérons la masse d'eau indéfinie située à un certain instant à droite ou au-dessous du plan A qui la limite strictement. Avant l'écoulement d'une petite masse μ à travers ce plan, la masse était limitée antérieurement par une certaine surface D, peu différente d'un plan parallèle à A, et que nous nommerons la surface antérieure. La masse totale d'eau à laquelle nous appliquerons l'équation (6) est celle qui était comprise à la première époque entre cette surface D et le plan A′; à la seconde époque, c'est-à-dire après l'écoulement de la masse μ à travers le plan A, elle sera comprise entre ce plan d'une part, et d'autre part une surface D′, peu différente d'un plan parallèle à A′ et que nous nommerons la surface postérieure. Nous nommerons région C à la première époque celle qui est comprise entre A et D, et occupée alors par la masse μ; la région C′ sera à la seconde époque celle qui est comprise entre A′ et D′, et occupée par une masse μ' égale en moyenne à μ; c'est celle qui, dans l'intervalle, a traversé le plan A′. La région C″ désignera à tout instant celle qui est entre les plans A,A′; elle comprend une masse d'eau variable constamment renouvelée.

Nous devons maintenant former les termes de l'équation (6).

Travail des pressions extérieures. — Nous avons vu

que pour une déformation infiniment petite ce travail était Σpv; si la pression p avait sur toute la surface extérieure une valeur constante k, il deviendrait $k\Sigma v$; la somme s'étend à tous les éléments v de volume dont la masse a diminué ou augmenté, les premiers étant pris avec le signe $+$, les autres avec le signe $-$; le volume total étant resté le même, cette somme est nulle. Nous ne changerons donc pas le travail Σpv en retranchant de toutes les pressions p un même nombre k pour lequel nous prendrons la pression atmosphérique extérieure. Il est clair qu'il en est ainsi pour tout travail élémentaire et par suite aussi pour le travail total $\Delta T'$. Les diverses portions de la surface extérieure peuvent être en contact avec l'eau, l'air, ou les parois solides, d'où résultent trois sortes de travail.

Nous avons supposé que l'eau arrivait seulement par le courant L et ne sortait qu'en L'; le contact de la masse avec l'eau n'a donc lieu que sur les surfaces variables qui la limitent dans les régions C et C'. Dans la première, cette surface passe de la position D à A; pour chaque déformation élémentaire le travail est Σpv; le travail total sera donc encore exprimé par la même somme, étendue à tous les éléments v de volume de la région C : p est la pression sur chacun d'eux à l'instant où il se trouve sur la surface extérieure. Le volume de la région étant $\frac{\mu}{\rho}$, ce travail peut aussi s'exprimer par $p\frac{\mu}{\rho}$, en prenant pour p une valeur moyenne.

Si l'on pouvait assimiler la surface terminale de la masse à un plan perpendiculaire aux vitesses, la pression, d'après un théorème connu, varierait sur cette surface suivant la loi hydrostatique, et la moyenne p correspon-

drait à son centre de gravité pour lequel on pourrait même prendre celui de A, puisque la masse μ est très mince. Cela n'a lieu qu'approximativement. Ainsi la pression p correspond à un certain point B très rapproché du centre de gravité de la section faite dans le liquide par le plan A. Le travail négatif de la pression extérieure dans la région C′ sera de même $-p'\frac{\mu'}{\rho}$, p' étant la pression en un certain point B′, très rapproché du centre de gravité de la section faite dans le liquide par le plan A′.

Pour les portions de la surface se terminant à l'air libre, la pression et son travail doivent être supposés nuls si c'est l'air extérieur, puisque sa pression doit être retranchée partout. Il en est autrement si c'est de l'air renfermé dans un vase, ou dans une cavité, comme cela a lieu dans le bélier hydraulique. Nous désignerons ce travail par ΔT_c s'il existe.

Enfin pour toute portion de la surface extérieure limitée par une paroi immobile, la pression est perpendiculaire à la vitesse de l'eau, et son travail nul. Quant aux parois mobiles en contact avec l'eau, elles ne peuvent être que des surfaces de l'appareil hydraulique. Si ΔT_m est le travail moteur exercé sur elles par l'eau, le travail de leur pression normale sur l'eau sera le même en signe contraire. On aura donc en tout

$$\Delta T' = \frac{p\mu}{\rho} - \frac{p'\mu'}{\rho} + \Delta . T_c - \Delta . T_m .$$

Équation des forces vives. — Le travail des résistances sera désigné comme précédemment par $-\Delta . T_r$; il

n'existe que dans la région C″, les portions C et C′ étant trop courtes pour que le frottement y ait une valeur sensible.

Désignons ensuite par z l'ordonnée d'un point quelconque de la masse, comptée de haut en bas à partir d'un plan horizontal fixe, supérieur à tout le système. Le travail élémentaire de la pesanteur sur une petite masse m sera $mgdz$; pour toute la masse le travail total sera l'accroissement de Σmgz.

Désignons, à la première époque, par M la masse totale d'eau contenue dans la région C″; par Z l'ordonnée de son centre de gravité; par $MZ+\Delta.(MZ)$ ce que devient MZ à la seconde époque, M et Z ayant changé : par z,z', les ordonnées du centre de gravité de la masse μ à la première époque et de μ' à la seconde. La somme Σmgz étendue à toute la masse sera

$$\mu gz + MgZ$$

à la première époque, et

$$\mu' gz' + MgZ + g\Delta.(MZ)$$

à la seconde, d'où résulte leur différence, valeur de ΔT. Remarquons toutefois que les centres de gravité de μ et μ' diffèrent très peu des points désignés précédemment par B,B′; aussi nous remplacerons z,z' par $z+\delta, z'+\delta'$; z et z' seront maintenant les ordonnées des points B et B′ eux-mêmes, et δ,δ' les petites corrections à leur ajouter. On aura ainsi

$$\Delta T = g\mu'(z'+\delta') - g\mu(z+\delta) + g\Delta.(MZ).$$

Les demi-forces vives de μ à la première époque et de μ' à la seconde sont $\frac{1}{2}\mu v^2, \frac{1}{2}\mu' v'^2$, en désignant par v^2, v'^2 des valeurs moyennes. Appelons aussi φ à la première époque, $\varphi + \Delta.\varphi$ à la seconde, la demi-force vive de toute la masse contenue dans la région C″: nous aurons

$$\Delta F = \Delta\varphi + \frac{1}{2}\mu' v'^2 - \frac{1}{2}\mu v^2.$$

En substituant dans l'équation (6) les valeurs trouvées pour tous ses termes, elle deviendra

$$\Delta\varphi . + \frac{1}{2}\mu' v'^2 - \frac{1}{2}\mu v^2 = \frac{p\mu}{\rho} - \frac{p'\mu'}{\rho} + \Delta(.T_c) - \Delta(.T_m) +$$

$$+ g\mu'(z' + \delta') - g\mu(z + \delta) + g\Delta.(MZ) - \Delta.(T_r).$$

On peut remarquer que le résultat est indépendant de l'origine des z; si en effet toutes les ordonnées augmentaient d'un même nombre k, le second membre augmenterait de $gk(\mu' - \mu + \Delta M)$; cette quantité est nulle, car on a évidemment $\Delta M = \mu - \mu'$.

Interprétation du résultat. Nous pouvons regarder la seconde époque comme le commencement d'une transformation, analogue à la précédente, pendant laquelle s'écoule encore une masse μ à travers le plan A, lui en faire succéder une troisième, et ainsi de suite; nous supposons μ toujours la même, μ' qui lui correspond pouvant varier. Ajoutons à l'équation ci-dessus celles qui correspondent à toutes les masses écoulées pendant un intervalle de temps quelconque Θ. Les termes $\Delta\varphi, \Delta(MZ)$

qui sont l'accroissement d'une fonction, deviendront l'accroissement total; $\Delta(T_c - T_m - T_r)$ deviendront le travail total. On trouvera ainsi

$$(7) \qquad \Delta(\varphi - gMZ) + \Delta(T_m + T_r - T_c) = \Delta T'$$

en posant

$$(8) \quad P = z + \delta - \frac{p}{g\rho} - \frac{v^2}{2g}, \quad P' = z' + \delta' - \frac{p'}{g\rho} - \frac{v'^2}{2g}$$

$$(9) \qquad \Delta T' = \Sigma P' g\mu' - \Sigma P g\mu;$$

les deux sommes s'étendent à tous les éléments de masse μ ou μ' écoulés à travers les plans A ou A′ pendant le temps Θ.

On peut appeler $\Delta T'$ le travail de la chute. On verra bientôt qu'il est toujours positif, ou croissant avec le temps.

L'équation (7) est pareille à celle qui exprime la transmission du travail dans une machine ordinaire, et où entre également le terme $\Delta(\varphi - gMZ)$. Il suffit d'en rappeler succinctement les conséquences.

En supposant que $\Delta T'$ augmente uniformément, ce qui est le cas ordinaire, le mouvement régulier de la machine, c'est-à-dire de la masse d'eau contenue dans la région C″ est périodique.

Si l'on prend pour les deux époques séparées par le temps Θ des instants correspondants de la période, on aura $\Delta T_c = 0$, parce que le déplacement de l'eau dans un vase fermé est périodique; en outre $\Delta(\varphi - gMZ) = 0$ et par suite $\Delta T' = \Delta.T_m + \Delta.T_r$; ici $\Delta.T_r$ est le travail des

résistances passives, $\Delta.T_m$ celui de la résistance principale, devenant travail moteur sur l'appareil. Il en est de même en supposant aux deux époques la masse d'eau au repos.

Si elle est en repos à la première époque et à son mouvement régulier à la seconde, une partie du travail moteur sera employée à fournir la force vive $\Delta\varphi$ et en outre la valeur moyenne de $-gMZ-T_c$; puis dans l'intervalle suivant, où l'eau passe du mouvement régulier au repos, cette partie sera restituée sous forme de travail résistant. La force vive de l'eau joue ainsi le rôle de travail emmagasiné.

Nous avons indiqué précédemment cette assimilation du mouvement des moteurs hydrauliques à celui des machines ordinaires comme un des résultats du principe des forces vives appliqué au mouvement varié des liquides.

Il arrivera aussi comme dans une machine que pendant une période du mouvement les variations de la force vive, les mouvements de montée et de descente des diverses parties de la masse, c'est-à-dire les changements périodiques de $\Delta\varphi, \Delta Z$, entraîneront des inégalités à courte période du travail ΔT_m. Il pourra éprouver de même des inégalités à longue période, provenant de celles du travail moteur $\Delta T'$, et la formule leur reste applicable.

Mais s'il s'agissait de variations considérables et rapides, il faudrait, pour en trouver l'effet, chercher pour chaque appareil en particulier, les relations nécessaires qui existent entre $\Delta.\varphi, \Delta.T_m$, etc.

Valeur du travail moteur $\Delta T'$. — Nous supposerons d'abord qu'il entre à chaque instant autant d'eau qu'il en sort, ou qu'on ait $\mu' = \mu$. Posons alors

$$(10)\qquad z' - z - \frac{p'}{g\rho} + \frac{p}{g\rho} = \mathrm{H}.$$

L'équation (9) deviendra

$$\Delta\mathrm{T}' = \Sigma g\mu(\mathrm{P}' - \mathrm{P}),\ \text{où}\ \mathrm{P}' - \mathrm{P} = \mathrm{H} + \frac{v^2 - v'^2}{2g} + \delta' - \delta.$$

Dans ces expressions z, p, v correspondent au point B et z', p', v' à B'. La quantité H se nomme la *charge* de B sur B'. En général l'eau arrive et sort avec une surface exposée à l'air extérieur ; or, p est la pression due à une colonne d'eau de hauteur $\frac{p}{g\rho}$; ainsi dans ce cas $z - \frac{p}{g\rho}$ est l'ordonnée du niveau de l'eau au-dessus de B : $z' - \frac{p'}{g\rho}$ est celle du niveau au-dessus de B', et H signifie la différence de ces niveaux.

En posant $\frac{v^2}{2g} = h$, $\frac{v'^2}{2g} = h'$, les vitesses v et v' sont dues aux hauteurs h, h'. Communément $h + \mathrm{H}$ se nomme la *hauteur* de la chute servant de moteur. Il sera plus simple d'employer la *hauteur réduite* H', en posant

$$\mathrm{H}' = \mathrm{H} + h - h' + \delta' - \delta$$

qui est la valeur de P'—P, et dans laquelle on peut négliger les quantités δ, δ', toujours imperceptibles en comparaison des autres termes. On peut aussi regarder le poids μg de la masse μ comme l'élément dq du poids total écoulé. On aura ainsi

$$\Delta T' = \Sigma(P' - P)g\mu = \int H' dq.$$

Dans le cas ordinaire H' est constant, $\Delta T' = qH'$, q étant le poids écoulé entre les deux époques. Si en outre le mouvement de l'appareil est resté régulier, on a $\Delta.T_m + \Delta T_r = \Delta T'$. En supposant $q = 1$, on voit que T_r, travail des résistances, et T_m travail de l'eau sur le moteur, évalués tous deux pour un kilogramme écoulé, ont pour somme la hauteur réduite. Le premier T_r est la perte de charge. C'est la relation usuelle employée en hydraulique.

Pour une hauteur de chute variable, on ne doit pas s'attendre à avoir toujours $\mu' = \mu$. On peut alors regarder μg, $\mu' g$ comme les éléments des poids variables q, q', écoulés depuis la première époque, le premier au travers de A, le second au travers de A'. On aura ainsi

$$\Delta T' = \Sigma P'\mu' g - \Sigma P\mu g = \int P' dq' - \int P dq,$$

où les sommes s'étendent de la première à la seconde époque, P étant fonction de q et P' de q'.

Il est inutile, comme ci-dessus, de chercher l'effet immédiat d'un changement rapide et considérable de la chute. Mais l'arrivée et la sortie de l'eau peuvent éprouver des inégalités plus ou moins régulières, de façon qu'en moyenne seulement μ et μ' soient égales. En supposant que P et P' n'aient aussi que des variations de ce genre, on pourra les remplacer par des valeurs moyennes. Celles-ci doivent être prises par rapport à l'eau écoulée, et non au temps, c'est-à-dire que P doit être remplacé par

$$\frac{\int P\,dq}{\int dq}$$

les sommes s'étendant à un petit intervalle. La hauteur de chute $P'-P$ s'évaluera en employant ces moyennes. S'il y avait une différence durable entre les poids d'eau écoulée, ce serait en réalité une suspension momentanée et partielle de la chute. On se rendrait aisément compte de ses effets en choisissant l'origine des ordonnées de façon à avoir en moyenne $P'=0$.

Mouvements semi-permanents. — On peut désigner ainsi ceux où il n'y a pas d'appareil hydraulique, qui s'écartent peu de la forme permanente, mais auxquels on ne peut attribuer ses caractères absolus, la répartition en filets, etc. On peut dire que ce sont les cas habituels. En considérant toujours la masse comprise entre deux plans A,A', où le courant est sensiblement régulier, l'analyse précédente est applicable, en supprimant $\Delta T_m, \Delta T_c$. En donnant à H' une valeur moyenne, l'équation (7) deviendra

$$\Delta(\varphi - MgZ) = H'q - \Delta T_r.$$

Entre deux époques éloignées $\Delta\varphi, \Delta MZ$ restent toujours très petits; on pourra donc en divisant par q négliger le premier membre, et en substituant $H'=H+\frac{v^2-v'^2}{2g}$, on aura

$$\frac{v'^2-v^2}{2g} = H - \frac{\Delta . T_r}{q},$$

où le second membre est la charge moins la perte de charge. C'est un résultat connu de l'hydraulique. Il est donc exact sans admettre l'existence théorique des filets, ni l'exacte permanence des vitesses et des pressions, pourvu qu'on attribue à tous les termes de l'équation une valeur moyenne par rapport au poids d'eau écoulée.

On peut même se rendre compte de la loi suivant laquelle le mouvement revient à la permanence quand une cause accidentelle l'en a écarté, ou dans les premiers instants où elle s'établit. Pour simplifier, supposons que la région entre A et A′ soit un conduit fermé de forme quelconque, mais entièrement rempli d'eau. On aura alors $\Delta(\text{MZ}) = 0$, $\Delta\varphi = \text{H}q' - \Delta . \text{T}_r$, H′ étant une valeur moyenne. Celle-ci deviendra tout à fait exacte en prenant q infiniment petit; en le remplaçant par dq, il en résulte

$$\frac{\Delta . \varphi}{dq} = \text{H} + \frac{v^2 - v'^2}{2g} - \psi, \quad \text{où} \quad \psi = \frac{\Delta . \text{T}_r}{dq};$$

ψ est la perte de charge, en général proportionnelle au carré de la vitesse; en outre les vitesses varient partout d'une façon sensiblement proportionnelles; on a donc $\varphi = av^2$, a étant une constante; $\frac{v'^2}{v_2}$ est aussi constante, et l'équation a la forme

$$a . \frac{d . v^2}{dq} + bv^2 = \text{H},$$

où b est constante; si H l'est aussi, on aura pour le mou-

vement permanent $\frac{d.v^2}{dq}=0, v^2=\frac{\text{H}}{b}$; ainsi b est positive comme a et H. On trouve en intégrant

$$v^2-\frac{\text{H}}{b}=\alpha\, e^{-\frac{b}{a}q}$$

α étant la valeur initiale de $v^2-\frac{\text{H}}{b}$ correspondant à $q=o$. Ainsi la vitesse revient à sa valeur permanente avec une grande rapidité, en variant toujours dans le même sens, et non sous forme oscillatoire.

LA

CONFÉRENCE INTERNATIONALE

TENUE A WASHINGTON EN OCTOBRE 1884

POUR L'ADOPTION D'UN

PREMIER MÉRIDIEN UNIQUE

ET D'UNE

HEURE UNIVERSELLE[1]

La question de l'unification des longitudes et celle de l'adoption d'une heure universelle ont été depuis plusieurs années à l'ordre du jour des congrès géographiques. Puis des corps politiques eux-mêmes s'en sont préoccupés : le Sénat de la ville de Hambourg et le Congrès de Washington émirent successivement le vœu qu'une entente pût s'établir entre les pays de l'Ancien et du Nouveau Monde pour régler ces questions d'un intérêt si général. C'est à leur instigation, que plusieurs gouvernements demandèrent le préavis d'un corps fort compétent en ces matières, l'Association géodésique internationale, qui, pour déférer à ce désir, s'occupa longuement de cet important sujet dans sa Conférence, tenue à Rome en octobre 1883. Nous avons rendu compte à cette place [2] des délibérations

[1] D'après les procès-verbaux des séances. Washington, 1884.

[2] Tome XI, p. 593.

des géodésiens, nous n'y reviendrons donc que très sommairement, pour rappeler les résolutions adoptées par eux.

La préoccupation principale de la Conférence de Rome semble avoir été d'apporter aussi peu de perturbations que possible dans l'ordre de choses établi et de n'innover que dans la mesure du nécessaire.

Pour l'unification des longitudes, la Conférence proposa aux gouvernements de choisir pour méridien initial celui de Greenwich, défini par le milieu des piliers de l'instrument méridien de son observatoire. Ce méridien remplit en effet, comme point de départ des longitudes, toutes les conditions voulues par la science, et comme il est déjà le plus répandu de tous, il offre le plus de chances d'être généralement accepté.

La Conférence proposa aussi de ne plus compter les longitudes que dans un sens, de l'ouest à l'est, de 0° à 360° et de 0^h à 24^h, afin d'éviter les erreurs provenant de la diversité des signes, lorsque l'on compte de 0° à +180° et de 0° à —180°.

Quant à l'heure universelle, la Conférence reconnaissait l'utilité de son introduction pour le service interne des grandes administrations de voies de communication, les postes et les télégraphes, mais elle stipulait pour les usages de la vie civile, le maintien des heures locales ou nationales, comptées en deux fois 12 heures. Pour ne pas interrompre la chronologie astronomique, ce jour universel devait commencer au midi moyen de Greenwich, comme le jour astronomique, et comme lui aussi, il devait être compté de 0^h à 24^h.

Ces résolutions furent votées séparément, sinon à l'unanimité des délégués des différents États, du moins à de for-

tes majorités, et leur ensemble adopté à l'unanimité de 28 voix, avec 1 abstention.

La question ainsi élucidée et les premiers jalons posés par une assemblée de notabilités scientifiques de tous pays, il fut décidé qu'une Conférence diplomatique serait nantie de l'affaire, et le gouvernement des États-Unis invita les autres puissances à envoyer des délégués à Washington en automne 1884, pour discuter officiellement cette double question du choix d'un premier méridien et de l'adoption d'une heure universelle.

Nous croyons le moment venu de rendre compte des délibérations de cette Conférence internationale, et comme plus d'une année s'est écoulée depuis que ses décisions ont été rendues publiques, nous ferons suivre cet exposé d'une revue sommaire des manifestations d'opinion en sens divers auxquelles elles ont donné lieu dans le monde scientifique, de la part de ceux qu'elles atteignent le plus directement.

Disons cependant tout d'abord que les espérances que l'on avait fondées sur la réunion de la Conférence de Washington ne se sont pas complètement réalisées. Si la Conférence de Rome avait fait faire un pas en avant à la question, en manifestant une entente remarquable entre les savants des différents pays, celle de Washington ne s'est pas distinguée par le même ensemble dans les décisions prises. Cela enlève nécessairement à ces décisions une partie du crédit qu'elles auraient pu avoir, d'autant plus qu'elles n'engagent nullement les gouvernements dont les délégués ont voté pour elles, ainsi qu'il ressort des déclarations faites pendant les séances par les représentants de plusieurs États. Un résumé des discussions peut cependant présenter de l'intérêt, et nous allons tenter de le donner aussi brièvement que possible.

La Conférence diplomatique se réunit le 1er octobre à Washington, et elle eut huit séances jusqu'au 1er novembre. Vingt-six États y étaient représentés par un ou plusieurs délégués, mais dans les votations, chaque délégation ne comptait que pour une voix, quelle que fût sa force numérique. Les délégués étaient en majorité des diplomates accrédités auprès du gouvernement des États-Unis. Quelques pays seulement, parmi lesquels nous citerons les États-Unis, l'Angleterre et la France, leur avaient adjoint des hommes de science qui s'étaient occupés d'une façon sérieuse de la réforme projetée. Mais aucun des délégués de la Conférence de Rome n'a assisté à celle de Washington et si, en un sens, cela enlevait toute chance de parti pris dans les décisions adoptées, il nous paraît cependant fort regrettable que les résolutions votées à Rome n'aient pu être expliquées et défendues comme elles l'auraient été, si un de leurs promoteurs au moins avait pu prendre part aux délibérations. Qu'il nous soit permis d'exprimer tout spécialement le regret que notre compatriote, M. le prof. *Hirsch*, le savant rapporteur de la question à la Conférence de Rome, ait été empêché de se rendre à Washington.

La Conférence a été présidée par M. le contre-amiral *C.-R.-P. Rodgers*, l'un des délégués des États-Unis, qui a dirigé les débats avec beaucoup de tact et d'impartialité.

Les délibérations n'ont pas porté sur les résolutions adoptées par la Conférence de Rome, comme cela aurait pu paraître naturel, mais sur un projet élaboré par un savant distingué, M. *Lewis-M. Rutherfurd*, délégué des États-Unis, projet qui n'était par conséquent qu'une œuvre personnelle.

La Ire résolution portant que : « Le Congrès est d'avis

qu'il est désirable d'adopter un méridien initial unique pour toutes les nations, au lieu et place des méridiens multiples qui existent actuellement, » a été votée à l'unanimité.

Mais quand on voulut commencer à discuter quel serait ce méridien initial, les délégués de la France, M. *A. Lefaivre,* ministre plénipotentiaire, et M. *Janssen,* membre de l'Institut et directeur de l'observatoire d'astronomie physique de Paris, s'opposèrent à toute discussion immédiate sur ce sujet, avant que la Conférence eût statué sur une proposition ainsi conçue :

« Le méridien initial revêtira le caractère d'une neutralité absolue. Il sera exclusivement choisi dans le but d'assurer des avantages généraux à la science et au commerce international, et spécialement il ne traversera aucun grand continent, ni l'Europe ni l'Amérique. »

M. *Janssen* prononça à ce propos un long et éloquent discours pour préconiser les avantages d'un méridien neutre et contester qu'il fût nécessaire que le premier méridien passât par un observatoire astronomique. Selon l'opinion de M. Janssen: « On peut se contenter de relever le point adopté (île ou détroit) d'une manière approximative. La position ainsi obtenue sera rapportée à chacun des grands observatoires, bien reliés entre eux, qu'on aura choisis à cet effet, et c'est cette liste de positions relatives qui devient la définition du premier méridien. Quant au signe matériel sur le globe, si l'on en veut un, ce qui n'est nullement nécessaire, il devra être placé conformément à cette définition. On devra le déplacer jusqu'à ce que sa position y soit conforme[1]. »

[1] Nous ne ferons pas d'autres citations; les personnes que cela

M. Janssen conclut donc nécessairement à un méridien purement océanique et par suite impossible à définir exactement. Si cela suffit à la rigueur pour les cartes à petite échelle, c'est inadmissible pour les astronomes et les marins. C'est ce que firent ressortir très clairement les adversaires de la motion française et principalement M. *J.-C. Adams*, le savant directeur de l'observatoire de Cambridge en Angleterre, et M. le prof. *Cleveland-Abbe*, de l'U. S. Signal Office. Ramenant le débat sur un terrain plus pratique, plus utilitaire peut-être, mais aussi plus scientifique, ils mirent en lumière la nécessité absolue que le premier méridien soit exactement et astronomiquement défini. Il est impossible d'éviter de le faire passer par un observatoire d'un pays quelconque ; par suite, ce méridien ne peut pas être neutre, dans le sens strict du mot, et l'on doit conclure que l'un des quatre grands méridiens nationaux, Berlin, Greenwich, Paris ou Washington, peut seul être adopté comme base scientifique utile. Ce point de vue admis, le méridien de Greenwich étant de beaucoup le plus employé des quatre, devait nécessairement être adopté. Au moment du vote, la motion des délégués français ne réunit que 3 voix, celles du Brésil, de la France et de Saint-Domingue, et la IIme résolution fut votée par 22 voix contre 1 (Saint-Domingue) et 2 abstentions (Brésil et France), en ces termes :

« La Conférence propose aux gouvernements ici représentés d'adopter le méridien passant par le centre de l'instrument méridien de l'observatoire de Greenwich comme méridien fondamental pour les longitudes. »

pourrait intéresser trouveront ce discours en entier dans une notice de M. Janssen sur le Méridien et l'Heure universels, publiée à la fin de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1886.*

Une longue discussion s'engagea ensuite sur la manière dont on devait compter les longitudes. Il avait été décidé à Rome que ce serait toujours dans le même sens, de l'ouest à l'est, la Conférence de Washington décida cependant, par 14 voix contre 5 et 6 abstentions, de s'en tenir à l'ancien système, et adopta la résolution suivante :

III. « A partir de ce méridien, la longitude sera comptée dans deux directions jusqu'à 180 degrés ; la longitude est sera dénommée plus et la longitude ouest moins. »

Sur la question beaucoup plus importante de l'heure universelle, la Conférence de Washington se rangea aussi à une solution différente de celle qui était sortie des délibérations de Rome. La résolution IV, toute générale et ainsi conçue : « La Conférence propose l'adoption d'une heure universelle pour tous les besoins pour lesquels elle peut être trouvée convenable, cette heure ne devra pas empêcher l'usage de l'heure locale ou d'une autre heure normale, qui paraîtrait désirable. » fut votée presqu'à l'unanimité. Mais lorsqu'il fallut préciser comment on compterait cette heure universelle, les opinions se diversifièrent.

Il sera peut-être utile de rappeler qu'il ne s'agit pas ici de simplifier un état de choses existant et plus ou moins compliqué. Lorsqu'il s'agissait de l'unification des longitudes, il fallait tenir compte d'usages antérieurs et d'habitudes séculaires, et l'on peut bien attribuer en grande partie l'adoption du méridien de Greenwich au fait qu'il est le plus généralement employé. Mais il n'en est pas de même pour l'heure universelle, qui est une création toute nouvelle. En chaque lieu, en effet, on compte le temps d'après l'heure locale ou d'après l'heure d'une capitale ou d'un observatoire voisin, et cela en deux fois 12 heu-

res. Le besoin d'une heure cosmopolite ne se fait donc nullement sentir pour ceux qui stationnent au même endroit. Mais il n'en est pas de même pour ceux qui voyagent, et c'est pour parer aux inconvénients qui résultent du passage d'une heure locale à une autre, lorsqu'on se déplace sur un parallèle quelconque, que l'adoption d'une heure universelle s'est imposée à l'opinion, à mesure que les moyens de communication se multipliaient et devenaient plus rapides.

Puisque ce jour universel était une création nouvelle, il n'y avait pas de raison *à priori* pour le faire commencer à un moment plutôt qu'à un autre, pourvu qu'il restât en rapport intime avec l'origine des longitudes et fût compté en une seule série de 0^h à 24^h. La Conférence de Rome, pour ne rien changer aux habitudes des astronomes et des marins, avait décidé à une assez forte majorité de prendre pour jour universel le jour astronomique de Greenwich, commençant à midi et coïncidant avec le jour civil sous le méridien situé à 180° de Greenwich. Certes cela présente le grave inconvénient, signalé à Rome déjà, et mis encore plus en évidence à Washington par M. Adams, qu'en Europe les heures du matin d'un jour civil porteraient une autre date universelle que celles de l'après-midi. Mais avec l'autre système, faisant commencer le jour universel au minuit de Greenwich, le même inconvénient se manifeste à 180° de là, et ce seront les habitants de la Chine, du Japon et de l'Australie qui verront le jour universel changer de date à peu près au milieu de leur jour civil. Or il avait semblé aux savants réunis à Rome, que les chances de confusion et d'erreurs seraient moindres en Europe que dans l'extrême Orient. Cette manière de voir a été à peine

défendue à Washington. Cependant la résolution de la Conférence de Rome fut présentée comme amendement par le délégué de Suède, M. le comte *Lewenhaupt*, ministre plénipotentiaire. Elle fut repoussée par 14 non contre 6 oui et 4 abstentions. La proposition de M. Rutherfurd, chaudement soutenue par M. Adams, fut en définitive adoptée après une longue discussion par 15 voix contre 2 et 7 abstentions ; elle est ainsi conçue :

« V. Le jour universel doit être un jour solaire moyen. Il devra commencer pour le monde entier à partir de minuit moyen du premier méridien, coïncidant avec le commencement du jour civil et le changement de date sur ce méridien. Ce jour devra être compté de zéro à vingt-quatre heures. »

Au cours des délibérations, un des délégués d'Espagne, M. *Ruiz del Arbol*, contesta à la Conférence le droit et la possibilité d'établir une origine nouvelle pour un jour universel, cette origine existant déjà, puisque depuis l'adoption par tous les États civilisés des calendriers Julien et Grégorien, il aurait été tacitement entendu que le temps universel se compte à partir de l'antiméridien de Rome. Mais ce point de vue ne rencontra pas beaucoup d'adhérents.

Nous passons sous silence plusieurs propositions accessoires, qui toutes furent repoussées ou ne donnèrent pas lieu à des résolutions spéciales, mais nous mentionnerons une communication d'un des délégués des États-Unis, M. *W. F. Allen* sur une innovation récente introduite aux États-Unis et au Canada par les compagnies de chemins de fer. Elle consiste à avoir divisé le pays en sections horaires, de manière que dans chaque section on compte le temps de la même façon, sans se préoccuper

des heures locales, et toujours d'une heure exacte en avance ou en retard sur les deux sections voisines de l'ouest et de l'est. M. Allen préconisait l'extension de ce système à tout le pourtour du globe, mais il ne formula pas de proposition précise.

La Conférence adopta ensuite sans discussion et sans vote nominal la résolution suivante qui a provoqué les réclamations de tant d'astronomes et sur laquelle nous reviendrons plus loin avec quelques détails: VI. « La Conférence émet le vœu qu'on fasse commencer les dates astronomiques et nautiques dans le monde entier à minuit moyen aussitôt que faire se pourra. »

Enfin M. *Janssen* saisit la Conférence de la question de l'application du système décimal à la mesure du temps et des angles. Cette question, soumise déjà à la Conférence de Rome, y avait été l'objet d'un vœu plus ou moins platonique. A Washington, malgré les réserves du Président, qui estimait que les délégués n'avaient reçu aucune mission pour statuer sur un pareil sujet, un vœu analogue fut voté par la presque unanimité des États représentés, sous la forme suivante : VII. « La Conférence émet le vœu que les études techniques destinées à régler et à étendre l'application du système décimal à la division des angles et du temps, soient reprises de manière à permettre l'extension de cette application pour les cas où elle présente de réels avantages. »

Si les résolutions votées à Washington sont semblables à plusieurs égards à celles de la Conférence de Rome, elles en diffèrent cependant sur le point important de la manière de compter le temps universel. C'est ce qui fait qu'un grand nombre d'astronomes ont témoigné de leur

peu d'empressement à s'y conformer, d'autant plus que la VIe résolution qui les vise directement entraînerait des changements assez considérables dans les éphémérides astronomiques et nautiques qui sont employées par tous les observateurs et tous les navigateurs. Les astronomes, comme les marins, comptent le temps à partir de midi : les premiers, pour ne pas avoir au milieu de la nuit à changer de date pendant une série d'observations; les autres, parce qu'ils font commencer le jour au moment où ils observent le soleil au méridien. Pourquoi les obliger à modifier leurs habitudes qui datent de loin, lorsque la IVe résolution, qui se trouve contredite par la VIe, stipule expressément que « l'heure universelle ne devra pas empêcher l'usage de l'heure locale ou d'une autre heure normale? »

Ce sont les directeurs de deux éphémérides astronomiques qui ont protesté les premiers contre cette VIe résolution de Washington : M. le prof. *Fœrster,* directeur du *Berliner astronomiches Jahrbuch,* un des principaux défenseurs du méridien de Greenwich à la Conférence de Rome, s'éleva dès l'abord contre la transformation radicale qu'on semblait vouloir imposer aux astronomes. M. le prof. *Newcomb,* directeur de l'*American Ephemeris* et le plus marquant des astronomes d'Amérique, se prononça dans le même sens conservateur, en montrant les inconvénients graves qu'il y aurait à introduire une interruption de 12 heures dans la chronologie astronomique qui date de plus de deux siècles. Au reste la majorité de leurs confrères les a soutenus dans cette manifestation d'opinion, ainsi qu'il résulte de la discussion dont cette question a fourni le sujet lors de la réunion de la Société astronomique à Genève au mois d'août dernier. Un compte-

rendu détaillé de cette réunion ayant paru dans le n° du 15 décembre 1885 des *Archives*, nous y renvoyons nos lecteurs pour de plus amples détails.

En France, tout changement qui enlèverait au méridien de Paris de son importance, sera toujours mal accueilli, et l'on peut être certain que l'importante éphéméride française, la *Connaissance des temps*, ne montrera pas beaucoup d'empressement à se conformer aux desidérata de la Conférence de Washington. En Angleterre, au contraire, les novateurs ont rencontré de nombreux adhérents parmi les astronomes. Un des plus illustres d'entre eux, M. le prof. Adams, a même été à Washington l'un des plus ardents champions de la suppression du jour astronomique. Mais la grande éphéméride anglaise, le *Nautical Almanac*, ne s'est point encore prononcée. On ne sait ce que décidera son comité directeur; en tout cas sa décision, quelle qu'elle soit, pèsera d'un grand poids dans la balance des résolutions ultérieures.

Parmi les opinions des adeptes de la modification de l'origine du jour astronomique, nous citerons celles de MM. O. de Struve et Th. v. Oppolzer, à cause de la haute position qu'ils occupent dans la science.

M. *O. de Struve*, directeur de l'Observatoire de Poulkowa, a publié, au printemps de 1885, une brochure dans laquelle il développe la thèse, que dans notre siècle de progrès tout ce qui tend à simplifier les relations entre les divers peuples et les diverses carrières mérite d'être sérieusement étudié et poursuivi. Les astronomes ayant une manière différente de tout le monde de compter les dates, doivent y renoncer pour se conformer à l'usage général. Il reconnaît qu'il en résultera pour eux un sacrifice, mais ce sacrifice doit être consenti pour se plier à la méthode universellement adoptée.

M. le prof. *v. Oppolzer* de Vienne, en savant pratique qui ne redoute pas les innovations, lorsqu'elles peuvent avoir une utilité générale, se range aussi à la manière de voir de la Conférence de Washington. Il va plus loin et envisage déjà le moment où l'on aura, non seulement un méridien unique pour compter les longitudes, mais un seul temps, le jour universel, compté à partir du minuit de Greenwich et qui servira à tous les habitants des cinq parties du monde. M. v. Oppolzer ne croit point la réforme impossible; dans bien des pays on a introduit, sans trop de peine, de nouvelles monnaies et de nouveaux systèmes pour les poids et mesures, et il ne s'effraie pas des obstacles que rencontrerait cette nouvelle méthode de compter le temps, et qui, suivant les pays, ferait coïncider le milieu du jour (l'ancien midi) avec 6, 10 ou 20 heures du temps universel.

Certainement cette réforme présenterait de grands avantages, surtout pour les voyageurs, dont le nombre va croissant chaque année et qui n'auraient plus à régler leur montre sur l'heure de tous les méridiens qu'ils traversent. Mais tout cela nous semble encore un peu du domaine de l'utopie. Le temps local ou national ne paraît pas encore fortement ébranlé, et il est bon de se rappeler qu'en astronomie même, que l'on compte en temps moyen, en temps vrai ou en temps sidéral, c'est toujours au méridien local que l'on doit se référer. Au moins devrait-on attendre de voir un mouvement sérieux dans le sens de cette réforme naître dans le public intelligent, le monde des affaires et du commerce et les sphères gouvernementales de tous pays, avant de faire faire aux astronomes un sacrifice qui n'aboutirait peut-être à rien. Le jour au contraire où cette idée aura fait son chemin et où un vrai progrès semblera devoir être réalisé, on peut être sûr que les astronomes ne resteront pas en arrière.

La Conférence de Rome, préoccupée de ne pas apporter de profondes modifications dans les habitudes du public, ni dans celles des astronomes et des marins, avait stipulé le maintien du temps civil local et fait coïncider le jour universel avec le jour astronomique de Greenwich. La Conférence de Washington, en voulant innover davantage et modifier les habitudes séculaires de l'astronomie, sans cependant aller jusqu'à la création d'un temps cosmopolite, absolument le même pour toute la terre, a fait trop ou trop peu. Aussi ses résolutions sur ce point ont-elles été assez vivement combattues, et il est à craindre que la question de l'heure universelle ne soit pas encore près d'être résolue. Elle n'a fait que se compliquer à Washington de difficultés nouvelles, et sa solution est évidemment réservée à un avenir plus ou moins éloigné.

Dans le domaine de l'unification des longitudes, la Conférence de Washington a été plus heureuse, puisqu'elle a consacré par ses décisions l'adoption du méridien de Greenwich comme premier méridien. Par la force des choses et l'extension toujours croissante des cartes marines anglaises, américaines et allemandes, ce méridien est destiné à devenir de plus en plus universellement employé. Les 72 °/ₒ des navigateurs en font usage, ainsi qu'il résulte d'un rapport intéressant présenté à Washington par M. *Sandford Fleming*, représentant du Canada. Son adoption générale n'est donc qu'une affaire de temps, mais tout ce qui peut activer le mouvement dans ce sens est certainement un bien, et l'on peut en conséquence enregistrer les résolutions de la Conférence de Washington qui s'y rapportent, comme constituant un progrès véritable.

Raoul GAUTIER.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Dr W. Marcet. Meteorological observations, etc... — Observations météorologiques faites pendant un voyage sur le Nil en février et mars 1885. (Extrait du *Quarterly journal of the Meteorological Society,* vol. XI, no 56, oct. 1885.)

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des nombreuses observations de l'auteur relatives à la température de l'air, à celle du fleuve, à la radiation nocturne, à l'état hygrométrique de l'air, aux vents, etc. Nous nous bornerons donc à en extraire les quelques indications suivantes concernant le climat de la haute Égypte pendant les mois de février et de mars.

M. le Dr Marcet est parti du Caire pour Assouan le 4 février. Il a remonté le Nil jusqu'à Luxor à bord d'une embarcation à voile (dahabeeyeh), puis de là à Assouan en bateau à vapeur.

Du 5 au 20 février inclusivement le maximum de température dans les vingt-quatre heures a été de 68°,9 Fahr. soit de 20°,49 de l'échelle centigrade. A partir du 21 février, aux environs de Rodah qui est situé à 182 milles du Caire, la température a commencé à s'élever régulièrement. Ce jour-là le maximum atteignit 78°,8 Fahr. (26° C.).

Du 1er au 16 mars entre les latitudes 26°,37 N. et 24° N. le maximum qui avait lieu vers 4 heures de l'après-midi a constamment atteint ou dépassé 80° Fahr. (26°,67 C.). Ainsi le 15 mars au pied des collines de Gebel Seyah hautes d'en-

viron 1000 pieds, le thermomètre indiquait les températures suivantes à diverses heures de la journée.

11,0 a.m..	81°,4 (27°,44 C.)	4,50 p.m..	90°,4 (32°,44 C.)
2,38 p.m..	85,0	5	90,2
3,5	88,6	5,10	89,5
3,25	89,5	5,20	87,7
3,38	88,6	5,30	85,9
3,50	88,6	5,40	84,1
4	88,6	5,50	83,2
4,10	89,5	5,58	coucher du soleil.
4,20	89,5	6	82,2
4,30	89,5		
4,40	89,5		

Les minima ont été, en général, étonnamment bas si on les compare à la chaleur du jour. Le 21 février, par exemple, sous la latitude de 27°,55 N. la température s'est abaissée jusqu'à 38°,1 (3°,38 C.), tandis que le maximum de cette journée a été de 78°,8 (26° C.). Naturellement ces minima se sont élevés plus au sud et plus tard dans la saison; au delà de Luxor et après le 1er mars ils ont oscillé entre 45°,2 et 61°,3 Fahr. (5°,61 et 16°,27 C.).

On sait combien la pluie est rare dans la haute Égypte. Toutefois M. le Dr Marcet a éprouvé deux averses pendant son court séjour à Luxor. Il va sans dire que l'atmosphère doit être beaucoup plus humide au-dessus du fleuve et des terres irriguées que dans le désert. Aussi les brouillards du matin ne sont-ils pas rares sur le Nil. L'auteur les a même trouvés fréquents en février du Caire à la latitude de Keneh.

La perte de chaleur par radiation est extrêmement grande après le coucher du soleil. Ainsi à Luxor la température de l'air s'abaissait à ce moment de 17° à 18° Fahrenheit, c'est-à-dire trois ou quatre fois plus que cela n'a lieu à Cannes dans la même saison.

M. le Dr Marcet n'a pas réussi à déterminer directement, d'une manière satisfaisante, la température du Nil à diverses profondeurs ; mais il est convaincu que les nombreux détours de ce fleuve ainsi que les tourbillonnements qu'y produisent les brusques changements de direction et les grandes varia-

tions de profondeur doivent uniformiser la température de la masse de ses eaux. Il a constaté d'ailleurs que cette température est constamment un peu supérieure à celle de l'air qu'elle dépasse en moyenne d'environ 2° Fahrenheit.

CHIMIE

G. Lunge. Uréomètre. (*Berichte*, XVIII, p. 2030. Zurich.)

Modification apportée à son nitromètre qui permet de s'en servir pour doser l'urée et d'autres substances.

G.-W.-A. Kahlbaum. Rémission spécifique. (*Berichte*, XVIII, p. 2100. Bâle.)

Réponse de M. Kahlbaum à Alex. Naumann qui n'admet pas cette nouvelle relation entre le point d'ébullition et la pression et qui paraît avoir raison.

Br. Lachowicz et M. Nencki. Parahémoglobine. (*Berichte*, XVIII, p. 2126. Berne.)

Si on laisse pendant quelques heures des cristaux d'oxyhémoglobine en présence d'alcool concentré, il se forme de la parahémoglobine, corps isomérique insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool absolu saturé d'ammoniaque, milieu dont on peut la faire cristalliser partiellement sous forme de prismes courts; mais en présence de l'air humide, la dissolution se décompose, on obtient de l'albumine et de l'hématine; les cristaux de parahémoglobine présentent la double réfraction, propriété optique qui se perd si les cristaux ont été tenus dans l'eau pendant quelque temps, ils gonflent, mais l'eau une fois évaporée, la double réfraction reparaît. Les auteurs admettent, d'après leurs recherches, que lors de la décomposition de l'oxyhémoglobine, l'oxygène et l'eau jouent un rôle, et croient que c'est le principe colorant qui

absorbe l'oxygène, sans vouloir affirmer que l'albumine n'en absorbe point.

ROBERT ZÜRRER. ACIDE CAMPHOLÉNIQUE. (*Berichte,* XVIII, p. 2228. Zurich.)

L'auteur apporte une nouvelle preuve de l'identité de l'acide campholénique et de l'oxycamphre, en effet ces deux corps nitrés, donnent le même dérivé fusible à 163°-164° cristallisant de l'alcool sous forme d'aiguilles brillantes. Le campholinate de chaux cristallise de l'alcool dilué sous forme d'aiguilles qui ont la composition $Ca(C_{10}H_{15}O_2)_2$, ce sel chauffé, seul ou avec du formiate de chaux ne donne qu'un mélange d'hydrocarbures, mais pas d'aldéhyde ou de quinone.

MESSINGER. THIOXÈNE DU GOUDRON [1]. (*Berichte,* XVIII, p. 2300. Zurich.)

L'acétylthioxène $C_4HS \begin{cases} CH_3 \\ —CO-CH_3 \\ CH_3 \end{cases}$ s'obtient en traitant le thioxène pur par le chlorure d'acétyle dissout dans beaucoup de ligroïne et en ajoutant peu à peu du chlorure d'aluminium et chauffant entre chaque addition, on distille ensuite le produit. L'acétylthioxène bout vers 223° et se colore à l'air; son poids spécifique à 17° est de 1,091; dissout dans l'alcool et traité par l'hydroxylamine et l'alcoolate de soude on obtient une oxime $C_4HS \begin{cases} (CH_3)_2 \\ CNOH—CH_3 \end{cases}$ aiguilles fusibles à 65°. L'acétylthioxène oxydé par le permanganate de potasse en solution alcaline donne un mélange d'acide qui ne purent pas être isolés, mais en traitant le mélange des sels d'argent

[1] Voyez *Archives*, 1885, t. XIV, p. 556.

par l'iodure de méthyle, on obtient des cristaux fusibles à 118° et qui représentent l'éther triméthylique de l'acide thiophène tricarbonique $C_4HS\equiv(COO—CH_3)_3$.

R. Nahnsen. Acide β thiophénique. (*Berichte*, XVIII, p. 2304. Zurich.)

Dans l'espoir d'obtenir l'acide thiophène dicarbonique, l'auteur a fait agir l'éther chloroxycarbonique et l'amalgame de sodium sur le thiophène biiodé, mais il n'a pu isoler comme produit de la réaction que de l'acide β thiophénique fusible à 124°,5-125°.

BOTANIQUE

Henri. Patrie originaire du Thé. (*Journal of botany*, 1885, p. 321.)

Quoique l'usage du thé se trouve déjà dans le Pent-sao des Chinois, 2700 ans avant J.-C, on ne connaissait pas des localités de Chine où l'espèce fût certainement indigène [1]. On l'a cité comme tel en Mandschourie, dans le pays d'Assam et la province indienne de Cachar, mais, pour la Chine, on en était réduit à des conjectures. Maintenant, M. Hance annonce que le révérend Henri l'a trouvé dans les forêts vierges de l'île de Hainan, au midi de Canton. Les indigènes ne le cultivent pas, mais ils en récoltent les feuilles pour les vendre sur la côte sous le nom de thé du district de Lai.

[1] Alph. de Candolle, *Origine des plantes cultivées*, p. 95.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

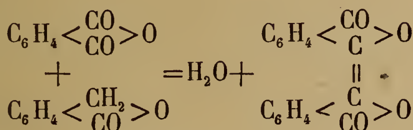
DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 11 février 1886.

C. Græbe et P. Guye. Diphtalyle et dérivés du diphtalyle. — L. Solari. α et δ dichloronaphtaline. — C. Græbe et B. Schudel. Action du chlorure de nitrosyle sur l'amylène.

MM. C. Græbe et Ph.-A. Guye ont poursuivi leurs recherches sur la préparation du diphtalyle par condensation de la phtalide et de l'anhydride phtalique, selon que l'exprime l'équation :



En réglant convenablement la température et en employant comme déshydratant l'acétate de sodium anhydre, le rendement est considérablement amélioré et s'élève alors au 50 % du rendement théorique.

MM. Græbe et Guye ont ensuite reconnu que cette méthode était susceptible d'être généralisée et qu'elle pouvait servir à préparer une série de dérivés du diphtalyle. Ils ont ainsi obtenu :

1° Un nitrodiphtalyle, par condensation de la nitrophtalide et de l'anhydride phtalique;

2° Un oxydiphtalyle, par condensation de l'anhydride β-oxyphtalique et de la phtalide ;

3° Une diphtalylimide, par condensation : *a.* de la phtalimidine et de l'anhydride phtalique; *b.* de la phtalimide et de la phtalide; *c.* de la phtalimide et de la phtalimidine; dans ce dernier cas il y a élimination d'ammoniaque. Cette diphtalylimide est le corps qui a été obtenu antérieurement par MM. Græbe et Schmalzigaug en chauffant la solution du diphtalyle-lactonate d'ammonium;

4° Une dichlorodiphtalylimide, par condensation de l'anhydride dichlorophtalique et de la phtalimidine;

5° Un tetrachlorodiphtalyle, par condensation de la tetrachrophtalide et de l'anhydride phtalique.

Ces résultats permettent donc de regarder la méthode de préparation employée comme générale.

M. L. Solari fait une communication sur les dichloronaphtalines α et δ. Comme on le sait, le tétrachlorure de naphtaline (point de fusion 182°) ne se décompose pas de la même manière suivant qu'on le chauffe directement ou qu'on le traite par la potasse alcoolique. Quant aux produits de décomposition formés, les observations de M. Solari diffèrent de celles faites jusqu'à présent. D'après lui, le seul produit de l'action de la potasse alcoolique sur le tétrachlorure de naphtaline est l'α-dichloronaphtaline. Ce composé a déjà été transformé indirectement en un acide dichlorophtalique par oxydation du produit d'addition avec le chlore : $C_{10}H_6Cl_2.Cl_4$. M. Solari a pu réaliser la transformation directe dans ce même acide dichlorophtalique en chauffant en tubes scellés l'α-dichloronaphtaline avec l'acide nitrique étendu. Les deux atomes Cl de ce composé α se trouvent donc dans un même noyau de la naphtaline.

Si l'on décompose par la chaleur le tétrachlorure de naphtaline (point de fusion 182°) on obtient une dichloronaphtaline qui d'après toutes ses propriétés physiques doit être regardée comme de la δ-dichloronaphtaline, obtenue jusqu'à présent en faisant réagir le pentachlorure de phosphore sur l'acide disulfonique de la naphtaline. Ce composé δ soumis à l'action oxydante de l'acide nitrique a donné l'acide α-monochlorophtalique, d'où l'on peut conclure que les atomes Cl de la δ-dichloronaphtaline sont répartis dans les deux noyaux constituant la naphtaline.

MM. C. Græbe et B. Schudel ont repris l'étude de l'action du chlorure de nitrosyle sur l'amylène commencée autrefois par M. Tœnnies. A ce propos il convient de remarquer que la préparation de ce chlorure est en général décrite d'une façon incomplète. On le prépare le plus facilement au moyen de l'acide nitrosulfonique, qui s'obtient avec un bon rendement en dirigeant des vapeurs d'anhydride nitreux dans l'acide sulfurique fumant (contenant environ 45 % d'anhydride). Cet acide nitrosulfonique est ensuite chauffé au bain-marie avec la quantité calculée de sel marin bien desséché, et le chlorure de nitrosyle qui se dégage est condensé au moyen d'un mélange réfrigérant.

Par la réaction du chlorure de nitrosyle sur l'amylène on obtient un produit d'addition $C_5H_{10}NOCl$; dans ce but on dissout le chlorure de nitrosyle dans trois fois son poids d'éther absolu et l'on ajoute avec précaution à cette solution la quantité calculée d'amylène préalablement dissoute dans son propre poids d'éther absolu. Il est assez difficile de faire cristalliser ce corps, car, soit en présence de l'alcool, soit en présence de l'eau que peuvent attirer les dissolvants, il se transforme en un composé oléagineux renfermant du chlore et de l'azote, ce qui donne lieu en même temps à la formation d'une certaine quantité de chlorhydrate d'hydroxylamine.

Séance du 4 mars.

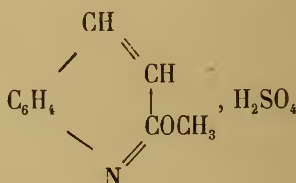
A. Feer et W. Kœnigs. Dérivés de la kaïroline et du carbostyrile. — A. Pictet. Action de la chaleur rouge sur la benzylidène-orthotoluidine. — A. Bonna. Sur la phényl-paratolylamine et sa transformation en dérivés de l'acridine. — C. Græbe. Températures d'ébullition de la diphénylamine et de ses premiers homologues. — S. Lévy et P. Engländer. Oxydation du terpène (pt. éb. 252°-254°) contenu dans l'huile volatile de copahu.

M. A. Feer entretient la Société des recherches qu'il a faites en collaboration avec M. W. Kœnigs sur quelques dérivés de la kaïroline et du carbostyrile.

La kaïroline ou tétrahydrométhyl-quinolénie $C_{10}H_{13}N$ a été transformée en nitrokaïroline $C_{10}H_{12}N.NO_2$ (pt. fus. 94°) par l'action de l'acide sulfurique concentré et du salpêtre; le

chlorure d'étain réduit ce corps nitré en corps amidé $C_{10}H_{12}N.NH_2$, liquide, qui se transforme sous l'action du nitrite de soude en présence d'un acide en un corps basique $C_{10}H_{13}N_3O$, fusible en se décomposant à 144°. Si l'on traite la kaïroline dissoute dans l'acide acétique glacial par l'acide nitrique fumant, on obtient un dérivé dinitré $C_{10}H_{11}N(NO_2)_2$, fusible à 148°. Enfin le nitrite de soude en présence de l'acide sulfurique dilué convertit la kaïroline en un dérivé nitrosé $C_{10}H_{12}N.NO$ qui, par son apparence extérieure, ressemble à la nitrosodiméthylaniline; du reste la kaïroline même présente certaines analogies de propriétés avec la diméthylaniline et donne en particulier, comme cette dernière, des produits de condensation avec le phénylchloroforme et l'anhydride phtalique.

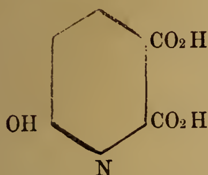
En soumettant à l'action de l'acide sulfurique fumant le sulfate de l'éther méthylique du carbostyrile



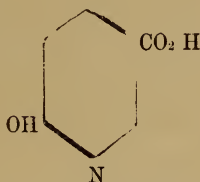
MM. Feer et Kœnigs ont obtenu un acide sulfonique dont les sels de baryum et d'argent ont été étudiés. La fusion potassique ne leur a pas permis d'y remplacer le groupe SO_3H par l'hydroxyle. Chauffé à 200° avec le pentachlorure de phosphore, ce composé sulfonique se transforme en une trichloroquinoléine. L'oxydation de cet acide sulfoconjugué par le permanganate de potasse attaque le noyau pyridique, car on obtient un acide, contenant encore du soufre, dont l'étude n'a pas été poussée plus loin.

Le nitrocarbostyrile a été ensuite transformé en un éther méthylique (pt. fus. 181°), et ce dernier, par réduction au moyen du chlorure d'étain, en l'éther amidé correspondant (pt. fus. 103°) qui, par oxydation, s'est converti en l'éther méthylique de l'acide oxyquinoléique de Kœnigs et Geigy; l'identité des deux corps a été établie soit par la saponification de l'éther, soit par la transformation de l'acide oxyquinoléi-

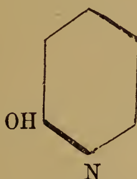
que résultant en acide oxynicotique. Il résulte donc de là que ces composés, ainsi que l'oxypyridine obtenue par Kœnigs et Geigy, sont des dérivés chez lesquels l'hydroxyle occupe la position α.



Acide α oxyquinoléique (se décomp. à 256°).

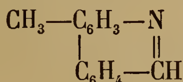


Acide α oxynicotique (pt. fus. 302°).

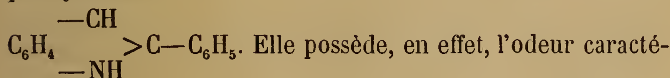


α Oxypiridine (pt. fus. 107°).

M. Amé Pictet a répété une expérience d'Étard, qui consiste à faire passer les vapeurs de la benzylidène-ortholoïdine dans un tube chauffé au rouge. Il se produit, dans ces conditions, de grandes quantités d'un corps $C_{14}H_{11}N$, qu'Étard considère comme de la méthylphénanthridine



D'après les propriétés et les réactions de cette substance, M. Pictet pense qu'elle doit plutôt avoir la constitution d'un phénylindol



Elle possède, en effet, l'odeur caractéristique des dérivés de l'indol, ainsi que leur faculté de colorer le bois de sapin humecté d'acide chlorhydrique et de former des picrates rouges. En outre, l'absence de propriétés

basiques chez ce composé ne parle pas en faveur de la formule d'Étard.

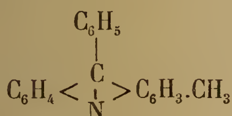
M. A. Bonna expose les recherches qu'il a faites à l'instigation de M. le prof. Græbe sur la phényl-paratolylamine. Il a d'abord reconnu que le procédé de préparation de De Laire Girard et Chapoteaut. qui consiste à chauffer en vase clos l'aniline avec le chlorhydrate de paratoluidine ou vice versa, est difficilement praticable lorsqu'on opère sur de petites quantités, le rendement étant toujours très faible, même en cherchant à modifier les conditions de cette réaction. M. Bonna ayant eu entre les mains une certaine quantité de phényl-paratolylamine préparée dans les laboratoires de la Société Badoise (Ludwigshafen), a pu néanmoins en étudier plusieurs dérivés.

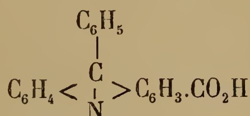
L'acide nitreux réagit sur cette base secondaire avec formation d'un dérivé nitrosé $C_{13}H_{12}BrN.NO$ (pt. fus. 82°, avec décomposition), que les vapeurs de brome transforment dans le produit de substitution $C_{13}H_{11}BrN.NO$ (pt. fus. 166°). — L'anhydride acétique ou le chlorure d'acétyle donnent avec la phényl-paratolylamine un composé mono-acétylé ($C_{13}H_{12}N$ ($COCH_3$) (pt. fus. 51°), qui, sous l'influence des vapeurs de brome, se convertit aussi en une combinaison monobromée $C_{13}H_{11}NBr$ ($COCH_3$) (pt. fus. 72°).

La base même, soumise à l'action du brome, est susceptible de donner plusieurs dérivés, suivant la manière d'opérer : qu'on la traite par le brome en solution acétique ou alcoolique, elle se transforme en un produit tétrabromé $C_{13}H_9Br_4N$ (pt. fus. 156°), qu'on l'expose au contraire à l'action des vapeurs de brome, elle échange un atome H contre un atome Br et fixe en même temps 6 atomes Br d'addition, le composé formé répondant à la formule $C_{13}H_{12}BrN.Br_6$ (pt. fus. 254°). Si l'on opère enfin en vase clos, en présence de l'eau et à une température élevée, on obtient, suivant la température de l'expérience et les proportions employées, deux dérivés de substitution, l'un avec 7 atomes Br, soit $C_{13}H_6Br_7N$ (pt. fus. 185°), l'autre avec 11 atomes Br, soit $C_{13}H_2Br_{11}N$ (pt. fus. 296°).

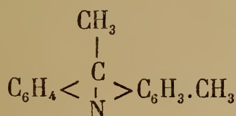
M. Bonna a transformé la phényl-paratolylamine en déri-

vés de l'acridine d'après le procédé de M. Bernthsen. Chauffée avec le chlorure de zinc et l'acide benzoïque cette amine se convertit en une phényl-méthylacridine dont la constitution se trouve entièrement déterminée, le groupe CH_3 étant en position para relativement à l'azote. Ce composé fusible à 134°-135° présente tous les caractères d'un composé acridique. M. Bonna en a préparé et analysé toute une série de sels tels que le chlorhydrate, le sulfite, le picrate, l'iodhydrate, le nitrate et le sulfate. Oxydée par le mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique, la phényl-méthylacridine se transforme dans l'acide monocarbonique correspondant :





Si l'on fait réagir la phényl-paratolylamine avec l'acide acétique en présence du chlorure de zinc, on obtient une diméthylacridine (point de fusion : 102°-103°) dont la constitution se trouve aussi entièrement déterminée, et qui donne toute une série de sels caractéristiques : chlorhydrate, iodhydrate, picrate et sulfite.



Chauffée enfin dans les mêmes conditions avec l'acide formique, la phényl-paratolylamine paraît réagir avec formation d'une méthylacridine dont l'étude est actuellement poursuivie.

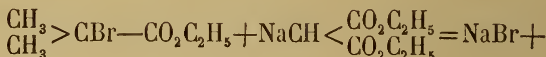
M. le prof. C. Graebe a déterminé à nouveau les températures d'ébullition de la diphénylamine, des tolylamines (ortho et para) et des dérivés mixtes, les données actuelles sur ce sujet présentant des écarts assez considérables. Les observations ont été faites à l'aide d'un thermomètre plongeant en entier dans la vapeur et préalablement corrigé au moyen des

tables de Crafts sur les tensions de vapeur de la benzophénone.

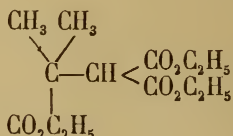
Diphénylamine..........	302°	Pression : 760^{mm}.
Diparatolylamine.........	330°,5	
Diphénylamine..........	300°	Pression : 727,^{mm}5.
Phénylorthotolylamine....	305°	
Di-orthotolylamine.......	312°	
Phényl-paratolylamine....	317°-318°	
Diparatolylamine........	328°,5	

MM. S. Lévy et P. Englænder ont poursuivi leurs recherches sur l'oxydation de l'un des deux terpènes (pt. ébull., 252°-254°) qui se trouvent dans l'huile volatile de copahu.

Par l'action du mélange oxydant de bichromate de potassium et d'acide sulfurique, ils ont obtenu de l'acide acétique, et deux acides très solubles dans l'eau, dont un seul, fusible à 139°, a été étudié jusqu'à présent. Ce corps répond à la formule $C_6H_{10}O_4$, et, d'après ses propriétés, est identique à l'acide diméthyl-succinique asymétrique, obtenu synthétiquement par Leuchart en faisant réagir l'éther éthylique de l'acide α-isobromobutyrique sur le composé sodique du malonate d'éthyle :



$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!>CBr-CO_2C_2H_5+NaCH<\!\begin{matrix}CO_2C_2H_5\\CO_2C_2H_5\end{matrix}=NaBr+$$



$$\begin{matrix}CH_3\ \ CH_3\\ \diagdown\ \diagup\\ C-CH<\begin{matrix}CO_2C_2H_5\\CO_2C_2H_5\end{matrix}\\ |\\ CO_2C_2H_5\end{matrix}$$

L'éther de l'acide isobutényl-tricarbonique est saponifié au moyen de l'acide chlorhydrique concentré, ce qui donne l'acide diméthyl-succinique asymétrique. Comme des expériences antérieures de Tate se trouvent en désaccord avec ces résultats, MM. Lévy et Engländer ont répété ce travail et ont confirmé les données de Leuchart. Ils ont en outre observé que si l'on emploie de l'acide chlorhydrique dilué pour saponifier l'éther éthylique de l'acide isobutényl-tricar-

bonique, on peut isoler un second acide (pt. de fus. 76°) non encore étudié.

L'acide diméthyl-succinique asymétrique donne une série de sels neutres et acides qui sont en général assez bien caractérisés. Le sel de baryum cristallise avec 2 $^1/_2$ mol. H_2O, celui de calcium avec 1 mol. H_2O ; le sel acide de sodium avec 2 $^1/_2$ H_2O.

L'étude des sels a montré que l'acide diméthyl-succinique fusible à 139° est certainement différent d'un acide isomère (pt. fus. 143°-144°) obtenu par Ladenburg en oxydant le tropylène.

Comme propriété importante de l'acide diméthyl-succinique, il faut mentionner l'action du brome en présence de l'eau à 150° ; on n'obtient pas ainsi de dérivé bromé, mais bien un nouvel acide dont l'étude est actuellement poursuivie.

Ph.-A. Guye.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 6 janvier 1886.

F.-A. Forel. Résultats des draguages dans le lac Léman, entre Saint-Saphorin, Saint-Gingolph et Villeneuve. — Lœwenthal. Atrophie unilatérale de la colonne de Clarke. — Charles Dufour. Date de la débâcle de Bagnes en 1595. — Schnetzler. Culture de la Ramée (Boehmeria nivea).

M. F.-A. Forel expose les résultats des *draguages faits par les ingénieurs du bureau topographique fédéral, à l'occasion du lever de la carte hydrographique du Léman* dans la région orientale entre Saint-Saphorin, Saint-Gingolph et Villeneuve.

L'appareil employé était le sondeur à coupe figuré à la page 176 de la traduction française des Abîmes de la mer de Wyville Thomson. 60 échantillons ont été retirés des grandes profondeurs de cette région.

Le sol est très uniforme ; il consiste en une marne argileuse bleuâtre, revêtue d'une couche superficielle jaunâtre ; la différence de couleur tient à l'état d'oxydation ou de réduction des sels de fer. Outre l'argile impalpable la masse contient des poussières organiques et une certaine quantité de sable ; les dimensions des grains de ce sable siliceux, et sa quantité relative diminuent à mesure que l'on s'éloigne des bouches du Rhône. Les lamelles de mica, qui deviennent

surtout évidentes dans des échantillons d'argile soumis à la cuisson, sont encore visibles jusqu'aux extrêmes limites de la région.

Un seul échantillon sur 60, contient du sable à l'air presque pur ; il a été pris sur le flanc d'un îlot sous-lacustre, dont le sommet est encore recouvert de 60 m. d'eau, et qui s'élève sur la digue latérale droite du ravin sous-lacustre du Rhône ; cet îlot est évidemment formé par des remous puissants du fleuve à son entrée dans le lac.

D'après une analyse sommaire de M. le prof. H. Bischoff les proportions de silice et de silicates insolubles dans l'acide chlorhydrique sont de 75 % du poids de l'argile. D'autres échantillons pris devant Morges n'en contenaient que 70 % (Risler et Walter); un échantillon de la barre de Promenthoux n'en avait même que 49 % (G. Hochreutiner).

M. le Dr N. Lœwenthal fait une communication *sur l'atrophie unilatérale de la colonne de Clarke.* Chez un petit chat qui a subi, à l'âge d'environ 14 jours, la section du segment dorso-latéral du bulbe rachidien du côté droit, à la hauteur de l'entrecroisement des pyramides, et qui a été sacrifié six semaines après l'opération, M. Lœwenthal a constaté la disparition presque complète des grandes cellules de la colonne de Clarke, du côté correspondant à la lésion bulbaire. La disposition des susdites cellules était très manifeste depuis la partie moyenne de la région dorsale jusqu'au niveau de la troisième paire lombaire.

Le fait que le faisceau cérébelleux, coupé à la hauteur du bulbe rachidien est resté intact tout le long de son trajet médullaire, malgré l'atrophie de la colonne de Clarke, parle contre l'hypothèse que le faisceau cérébelleux tire son origine des cellules ganglionnaires de la colonne de Clarke.

M. Lœwenthal expose des préparations colorées par le carmin ammoniacal et par l'hématoxiline de Weigert, et conservées dans le baume de Canada.

M. le prof. Ch. Dufour communique ce qui suit *sur le jour de la débâcle de Bagnes... 1595.*

En parlant de la catastrophe de la vallée de Bagnes qui

eut lieu le 16 juin 1818, on rappelle souvent qu'un accident tout semblable et produit par les mêmes causes arriva déjà en 1595. Mais on a souvent été surpris de la divergence qu'il y a dans les indications du jour de cet événement. Un témoin oculaire dit qu'elle eut lieu le 25 mai et un autre témoin oculaire dit que ce fut le 4 juin. Un pareil désaccord serait inconcevable de la part de personnes qui ont assisté à la débâcle et qui n'en parlent pas par ouï-dire, s'il n'avait évidemment sa cause dans le fait que les deux observateurs avaient des calendriers différents. En effet, 1595 c'est 13 ans après la réforme grégorienne, or il est probable qu'à cette époque, et après un laps de temps aussi court, tout le monde ne s'était pas encore habitué à compter avec le nouveau système ; d'autant plus que le Pays de Vaud devait avoir pour longtemps encore le calendrier julien, et si alors on publiait des calendriers, ce que j'ignore, tous ceux qui provenaient de terres bernoises devaient être à l'ancien système.

Il y avait alors une différence de 10 jours entre le calendrier Julien et le calendrier grégorien ; c'est précisément la différence qu'il y a entre le 25 mai et le 4 juin. Il est donc très probable qu'il faut dire que la catastrophe de 1595 eut lieu le 25 mai au calendrier julien, ce qui fait le 4 juin au calendrier grégorien. La rupture de la barrière de glace eut donc lieu en 1595, 12 jours plus tôt qu'en 1818.

M. le prof. Schnetzler rend compte à la Société des résultats de la *culture de la Ramée* (Bœhmeria nivea) *au Champ de l'Air* pendant l'année 1885. En automne 1884 les plantes obtenues de graines avaient atteint un mètre de hauteur. Elles furent coupées à ras de terre et celle-ci fut recouverte de fumier. Au printemps 1885 les parties souterraines produisaient de nouvelles tiges qui atteignaient en automne deux mètres de hauteur et qui portaient des fleurs. Le climat relativement rude du Champ de l'Air permet donc la culture de cette urticée textile.

Le même membre fait observer que la mousse trouvée à 200′ de profondeur dans le lac Léman, en face de la pointe d'Yvoire, sur un calcaire alpin paraît avoir des relations avec un dépôt glaciaire découvert sur la même place par M. le prof. F.-A. Forel.

Séance du 20 janvier.

Renevier. Une visite dans les mines de Stassfurt. — S. Chavannes. Stries glaciaires de la Pontaise.

M. le prof. Renevier qui a visité les *mines de sel de Stassfurt* (Prusse) à la suite du Congrès international de Berlin, entretient la Société de ces remarquables exploitations, au nombre d'une dizaine dans une petite étendue. Au moyen d'une carte géologique d'Allemagne, et d'une coupe au 1 : 1000, qu'il a fait faire en vue de son enseignement, il fait connaître les circonstances orographiques et stratigraphiques de ce gisement de sels. Ces circonstances indiquent d'une manière très évidente le desséchement graduel d'une lagune, ou lac salé, à la fin de l'ère primaire, ou au commencement de la période triasique; puis un retour offensif de la mer, qui a mis fin au dépôt des sulfates et chlorures déliquescents, qui ne se rencontrent que dans les eaux-mères, et a déposé de nouveau du sel gemme, de l'anhydrite, du gypse, puis des sédiments mécaniques.

M. Renevier fait circuler une douzaine de bocaux hermétiquement fermés, contenant les divers sels naturels de Stassfurt, et parmi eux des cristaux de Halite ($NaCl$) et de Sylvine (KCl). Ces minéraux lui ont été aimablement envoyés pour le musée de Lausanne par la Direction royale des mines de Prusse.

Pour les détails, voir : D[r] Precht, *Die Salz-Industrie von Stassfurt*, 1885.

M. Sylvius Chavannes rapporte qu'il a observé récemment entre les casernes de la Pontaise et le signal des Belles-Roches un *affleurement de molasse portant des traces très nettes de poli et de stries glaciaires*. Sur plusieurs autres points des environs, à Lausanne même et à la gare de Renens, on avait déjà signalé sur la molasse des surfaces polies et striées par le glacier.

Ce qui fait l'intérêt du gisement de la Pontaise, c'est que

les stries ont une direction différente de celle des autres points précédemment observés. Sur ces derniers les stries se dirigent du S.-E. au N.-O. selon la ligne normale d'avancement du grand glacier qui débouchait de la vallée du Rhône, pour marcher droit contre le Jura, d'où il s'infléchissait de part et d'autre du côté de Lyon et de celui de Soleure. A la Pontaise les stries se dirigent exactement du S. au N., indiquant qu'à un moment donné de la grande période glaciaire, l'infléchissement du glacier vers le nord et vers l'est se faisait à partir d'un point plus rapproché qu'on était porté à l'admettre du grand débouché du Valais.

Séance du 3 février.

F.-A. Forel. Moraine sous-lacustre d'Yvoire. — Schnetzler. Mousses erratiques. — H. Brunner et E. Chuard. Sur la β amido-alizarine.

M. le prof. F.-A. Forel communique ses observations *sur la moraine sous-lacustre d'Yvoire*[1].

M. le prof. Schnetzler constate que son hypothèse de *mousses erratiques* est une réalité, il rappelle de nombreuses mousses erratiques dans le Nord de l'Allemagne amenées par des glaciers de la Scandinavie. Ces mousses ne fructifient pas; elles se sont modifiées insensiblement pour s'adapter aux nouveaux milieux où elles se trouvent actuellement.

Quant aux érosions constatées sur les cailloux de la moraine d'Yvoire, M. Schnetzler pense qu'elles peuvent provenir en partie de l'action de l'acide carbonique dégagé de la vie de la plante sur le carbonate de calcium, et cite à l'appui l'expérience classique qui se fait ordinairement pour appuyer cette théorie.

M. E. Chuard expose le résultat des recherches qu'il a entreprises en collaboration avec M. H. Brunner, en vue de

[1] Le travail de M. Forel sera publié sous peu dans le *Bulletin de la Société vaudoise* et dans les *Archives*.

la généralisation de la réaction qui donne naissance au bleu d'alizarine. — En remplaçant dans cette réaction la glycérine par divers alcools polyatomiques, tels que l'érythrite, la mannite, la glycose, la saccharose, etc., et en modifiant de plusieurs manières les conditions de la réaction, MM. Brunner et Chouard ont constamment obtenu, comme produit final, de l'amido-alizarine, ainsi que le prouvent leurs résultats analytiques. Ils tirent de ces faits la conclusion que la constitution proposée par Græbe pour le bleu d'alizarine, considéré par ce chimiste comme quinoline de l'anthraquinone, est seule exacte.

Séance du 17 février.

Marguet. Résumé météorologique de 1885. — Rapin. Invention de M. le prof. Thury de Genève.—H. Dufour. Grands froids de février au Champ-de-l'Air.

M. Marguet donne un *résumé météorologique pour 1885* (Voir son Mémoire *Bullet. Soc. vaudoise*).

M. le ministre Rapin communique quelques détails sur un nouvel instrument dû à M. le professeur Thury, à Genève, qui propose de lui donner le nom de *cyclostat*. Cet instrument permet, entre autres, d'observer les modifications produites sur un corps par l'effet d'une rotation rapide, comme on les verrait si le corps était immobile, et, en même temps que les modifications se produisent. L'appareil consiste en une petite lunette dans, ou derrière l'oculaire de laquelle, est placé un prisme à réflexion totale, dont l'hypothénuse est parallèle à l'axe optique principal de l'instrument. En faisant tourner la lunette, l'image d'un objet immobile tourne avec elle dans le même sens, mais avec une vitesse de rotation double, à cause de la réflexion spéculaire. Si l'objet lui-même est animé d'un mouvement de rotation, il faut, pour que son image paraisse immobile lorsqu'on l'observe dans le cyclostat, faire tourner la lunette dans le même sens que l'objet, et avec une vitesse deux fois plus petite. M. le professeur Thury a publié dans les *Archives des sciences physiques et naturelles*, une

note sur cet instrument [1], dont quelques applications possibles avaient déjà été indiquées par lui dans le n° 1 de 1880 du même recueil.

M. H. Dufour, professeur, montre les *graphiques donnés par le thermomètre enregistreur de la station météorologique du Champ de l'Air* pendant la première quinzaine de février.

Ce qui caractérise cette période est la durée des basses températures ; on constate en effet qu'à partir du 4 février à 7 heures du soir le thermomètre est resté au-dessous de 0° jusqu'au 13 février à 10 heures du matin, c'est-à-dire pendant 8 jours et 14 heures. — Le minimum a été de — 7°,5 à 1^{m},50 du sol et de — 11° sur le sol.

M. Dufour montre aussi les tracés obtenus avec un enregistreur de la durée des heures du soleil. Cet appareil remis à la station du Champ de l'Air par le bureau fédéral de météorologie est formé simplement d'une boule de verre, au foyer de laquelle est placé une bande de papier. Le point lumineux résultant de la concentration des rayons solaires brûle le papier, et comme il se déplace en sens inverse du mouvement du soleil, on obtient un trait carbonisé dont la longueur mesure la durée de l'insolation. Des appareils semblables sont placés à Zurich, Bâle, Lugano, Davos et au Säntis.

[1] *Archives*, 1886, t. XV, p. 141.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1886

Le 1er, fort vent dans la nuit et pendant la journée.
2, neige à midi et demi et depuis 7 h. du soir.
3, fort vent à 7 h. du soir.
4, forte bise depuis 4 h du soir.
5, forte bise jusqu'à 1 h. du soir; très petite giboulée de neige vers 3 h. du soir.
6, très forte gelée blanche le matin; forte bise depuis 7 h. du soir.
7, très forte bise tout le jour; brouillard depuis 9 h. du soir.
8, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
9, 10 et 11, brouillard continu.
11, faible giboulée de neige dans la nuit.
12, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; légère neige vers 1 h. du soir.
13, neige à 7 h. du matin, hauteur : 0cm,5; brouillard dans la journée et depuis 7 h. du soir.
14, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
15, forte gelée blanche le matin; brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
16, faible gelée blanche et brouillard le matin; légère giboulée de neige à 4 h. $^1/_2$ du soir.
17, brouillard le matin; giboulée de neige à 7 h. $^1/_2$ du matin.
18, très forte gelée blanche le matin; brouillard et gelée blanche à 10 h. du soir.
19, 20, 21 et 22, brouillard continu.
22, forte bise depuis 9 h. du soir.
23, brouillard dans la journée et depuis 7 h. du soir.
24, forte gelée blanche le matin; brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 9 h. du soir.
25, brouillard depuis 7 h. du soir.
26, très forte gelée blanche le matin; brouillard à 10 h. du matin.
27 et 28, brouillard à 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 6 h. soir	712,28
Le 2 à midi	722,03		
		3 à 4 h. soir	714,93
5 à 6 h. soir	727,04		
		6 à 5 h. soir	724,24
9 à minuit	741,16		
		11 à 5 h. soir	726,79
13 à 11 h. matin	728,25		
		17 à 4 h. soir	722,95
22 à 9 h. soir	731,70		
		26 à 3 h. soir	725,62
27 à 10 h. matin	730,70		

GENÈVE. — FÉVRIER 1880.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fract. de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	NÉBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	717,22	−10,23	712,28	719,70	+ 7,24	+ 6,79	+ 6,0	+ 8,9	879	+ 34	740	1000	25,6	15	S. 2	1,00	+ 4,5	− 0,3	106,0
2	720,78	− 6,63	716,83	722,03	+ 2,29	+ 1,78	+ 0,4	+ 4,0	789	− 54	520	1000	1,0	3	SO. 1	0,80	4,9	+ 0,1	111,5
3	718,16	− 9,20	714,93	721,48	+ 2,82	+ 2,24	+ 0,3	+ 6,7	896	+ 54	820	930	7,9	6	SSO. 1	1,00	5,0	+ 0,2	114,0
4	720,82	− 6,49	718,10	724,07	+ 2,58	+ 1,93	+ 1,0	+ 4,6	889	+ 40	770	1000	5,0	9	N. 2	1,00	5,0	+ 0,2	116,0
5	726,04	− 1,22	724,45	727,04	− 0,70	− 1,42	− 3,8	+ 1,7	824	− 15	560	940	0,0	...	N. 2	0,47	3,6	− 1,2	119,0
6	725,01	− 2,20	724,24	725,92	− 2,96	− 3,76	− 6,3	0,0	872	+ 35	660	950	...	...	NNE. 1	0,67	3,7	− 1,1	117,2
7	728,15	+ 0,99	724,95	734,96	− 2,46	− 3,33	− 3,3	− 1,1	936	+101	890	1000	...	...	NNE. 2	0,97	...	.....	120,0
8	738,81	+11,70	735,63	741,16	− 3,39	− 4,34	− 5,1	+ 1,1	924	+ 90	830	1000	...	...	NNE. 1	0,80	3,4	− 1,4	116,5
9	738,19	+11,14	735,41	741,16	− 3,41	− 4,44	− 4,2	− 2,5	907	+ 75	830	1000	...	...	NE. 1	1,00	3,4	− 1,5	113,0
10	732,62	+ 5,62	730,64	735,14	− 3,47	− 4,58	− 4,1	− 2,3	894	+ 64	860	1000	...	...	variable	1,00	3,4	− 1,5	112,0
11	728,26	+ 1,32	726,79	730,33	− 2,05	− 3,25	− 3,7	− 0,7	824	− 4	750	880	...	...	variable	1,00	3,5	− 1,4	112,5
12	727,56	+ 0,68	727,06	727,89	− 1,09	− 2,37	− 2,2	+ 1,0	900	+ 74	860	960	0,2	2	SO. 1	1,00	3,7	− 1,2	112,0
13	727,87	+ 1,05	727,56	728,25	− 0,16	− 1,53	− 1,8	+ 1,9	865	+ 41	770	940	0,4	1	SSO. 1	1,00	3,9	− 1,0	112,0
14	727,24	+ 0,48	726,95	727,90	+ 0,01	− 1,45	− 2,3	+ 2,4	879	+ 57	730	1000	...	...	variable	0,68	...	.....	112,0
15	726,48	− 0,22	725,41	727,40	− 1,08	− 2,63	− 3,0	+ 1,6	914	+ 94	770	960	...	...	variable	0,77	3,9	− 1,1	111,0
16	725,21	− 1,43	724,08	726,36	+ 0,19	− 1,45	− 2,0	+ 3,1	889	+ 71	740	980	0,1	...	variable	0,93	3,9	− 1,1	110,0
17	723,71	− 2,87	722,95	724,45	+ 2,42	+ 0,68	− 0,3	+ 6,6	841	+ 25	560	970	0,4	...	N. 1	0,38	4,4	− 0,6	109,5
18	725,41	− 1,11	724,49	726,40	+ 0,82	− 1,01	− 2,9	+ 5,2	869	+ 55	610	1000	...	...	variable	0,27	3,9	− 1,2	109,5
19	726,90	+ 0,44	726,39	727,38	− 0,32	− 2,25	− 1,0	+ 0,7	901	+ 89	860	980	...	...	E. 1	1,00	3,9	− 1,2	108,5
20	727,13	+ 0,74	726,57	727,69	− 0,44	− 2,47	− 1,2	+ 0,6	888	+ 78	810	930	...	...	variable	1,00	4,5	− 0,6	107,0
21	726,68	+ 0,35	725,96	728,22	− 0,93	− 3,06	− 1,7	+ 0,3	926	+119	910	980	...	...	ENE. 1	1,00	...	.....	106,0
22	730,31	+ 4,04	728,33	731,70	− 0,46	− 2,69	− 1,3	+ 0,8	894	+ 89	820	960	...	...	NNE. 1	1,00	4,2	− 1,0	106,0
23	730,02	+ 3,82	728,94	731,46	− 0,39	− 2,72	− 1,2	+ 1,2	881	+ 78	780	920	...	...	NNE. 1	0,85	4,2	− 1,0	104,5
24	728,64	+ 2,50	727,57	729,37	− 1,18	− 3,62	− 5,1	+ 3,9	887	+ 87	750	990	...	...	variable	0,92	4,2	− 1,0	104,5
25	728,25	+ 2,17	727,49	728,92	+ 2,41	− 0,13	− 0,8	+ 6,7	865	+ 67	720	960	...	...	N. 1	0,87	4,7	− 0,6	103,5
26	726,95	+ 0,94	725,62	727,75	+ 3,91	+ 1,26	− 1,7	+10,4	851	+ 55	620	1000	4,9	5	S. 1	0,93	4,7	− 0,6	103,5
27	729,77	+ 3,82	728,20	730,70	+ 2,36	− 0,40	− 0,4	+ 5,7	838	+ 45	660	960	...	...	S. 1	0,77	5,2	− 0,1	104,0
28	728,53	+ 2,64	727,46	730,07	+ 0,68	− 2,19	− 1,0	+ 4,8	731	− 60	570	870	...	...	variable	0,90	...	.....	102,0

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1886.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,40	726,43	726,53	726,83	726,31	726,07	726,77	727,30
2e »	726 89	726,67	726 79	727,02	726,42	725,93	726,32	726,57
3e »	728,87	728,71	728,86	729,06	728,29	727,98	728,56	728,82
Mois	727,28	727,17	727,29	727,53	726,92	726,57	727,12	727,45
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,14	— 0,80	— 1,10	— 0,29	+ 1,16	+ 0,81	— 0,08	— 0,72
2e »	— 1,10	— 1,44	— 1,50	+ 0,09	+ 1,16	+ 1,67	+ 0,37	— 0,61
3e »	— 0,65	— 0,91	— 1,25	+ 1,06	+ 3,02	+ 3,07	+ 1,44	+ 0,62
Mois	— 0,63	— 1,06	— 1,28	+ 0,23	+ 1,69	+ 1,76	+ 0,51	— 0,29
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	904	875	890	898	837	855	887	895
2e »	927	907	927	869	827	774	876	908
3e »	946	918	932	849	751	756	846	876
Mois	924	899	915	876	809	798	871	894

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 1,91	+ 2,11	+ 4,10	0,87	39,5	114,52
2e »	— 2,04	+ 2,24	+ 3,94	0,80	1,1	110,40
3e »	— 1,65	+ 4,22	+ 4,53	0,90	4,9	104,25
Mois	— 1,88	+ 2,76	+ 4,15	0,86	45,5	110,11

Dans ce mois l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,89 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 35°,7 E. et son intensité est égale à 25,0 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1886.

Le 1er, brouillard jusqu'à 10 h. du matin, puis neige; fort vent depuis 1 h. du soir.
2, neige dans la nuit du 1 au 2; brouillard par une très forte bise pendant tout le jour.
3, neige et forte bise pendant tout le jour.
4, neige dans la nuit du 3 au 4; brouillard presque tout le jour, sauf une éclaircie à 10 h. du matin; forte bise depuis 1 h. du soir.
5, brouillard jusqu'à 4 h. du soir.
8, fort vent depuis 1 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
11, fort vent tout le jour; neige jusqu'à 4 h. du soir; brouillard à 7 h. du soir.
12, brouillard à 1 h. du soir.
13, neige dans la nuit du 12 au 13.
16, fort vent jusqu'à 10 h. du matin.
20, brouillard à 4 h. du soir.
21, brouillard tout le jour; fort vent jusqu'à 1 h. du soir.
23, fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
26, brouillard de 4 h. à 7 h. du soir.
27, neige dans la nuit du 26 au 27; forte bise tout le jour; brouillard depuis 7 h. du soir.
28, forte bise jusqu'à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir; brouillard à 1 h. du soir et à 7 h. du soir; neige depuis 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 3 h. matin	551,25
Le 5 à 11 h. matin	556,12		
		7 à 1 h. matin	553,70
9 à 6 h. matin	571,50		
		12 à 3 h. soir	558,90
14 à 8 h. soir	560,92		
		17 à 4 h. matin	558,57
18 à 9 h. soir	560,80		
		21 à 5 h. matin	558,68
25 à 11 h. matin	562,00		
		28 à 4 h. soir	557,50

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1886.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	554,98	— 5,47	552,70	557,10	— 5,01	+ 4,06	— 6,8	— 3,0	730	42,1	....	SO.	2	0,98
2	552,70	— 7,72	551,25	554,26	—14,71	— 5,65	—15,6	— 4,2	170	10,8	....	NE.	3	1,00
3	553,21	— 7,17	551,75	554,25	— 8,06	+ 0,99	—14,5	— 3,2	300	19,0	....	NE.	2	1,00
4	554,24	— 6,10	552,98	555,60	—10,78	— 1,74	—12,6	— 8,2	110	6,2	....	NE.	2	0,88
5	555,58	— 4,72	555,22	556,12	—16,43	— 7,40	—19,5	—11,4	.....	.....	....	NE.	1	0,72
6	554,28	— 5,99	553,90	555,08	—20,08	—11,06	—23,2	—15,2	.....	.....	....	NE.	1	0,22
7	557,23	— 3,00	553,70	563,80	—17,36	— 8,35	—25,0	—14,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
8	567,81	+ 7,61	564,00	571,50	—12,23	— 3,24	—18,0	— 9,1	.....	.....	....	SO.	2	0,63
9	569,72	+ 9,55	566,80	571,50	— 6 04	+ 2,93	— 9,8	— 1,0	.....	.....	....	NE.	1	0,10
10	564,13	+ 3,99	562,10	566,45	—10,26	— 1,31	—14,6	— 6,3	.....	.....	....	SO.	1	0,33
11	560,69	+ 0,59	560,00	562,02	— 6,78	+ 2,15	— 9,6	— 4,0	100	8,5	....	SO.	2	0,98
12	559,36	— 0,71	558,90	560,07	— 6,43	+ 2,48	— 7,6	— 2,4	.....	.....	....	SO.	1	0,88
13	559,68	— 0,36	558,95	560,65	— 9,83	— 0,95	—12,6	— 6,4	100	5,0	....	SO.	1	0,60
14	560,47	+ 0,46	559,97	560,92	— 8,93	— 0,08	—12,8	— 4,5	.....	.....	....	SO.	1	0,00
15	560,37	+ 0,39	560,04	560,78	— 9,08	— 0,26	—12,5	— 5,2	.....	.....	....	SO.	1	0,17
16	559,53	— 0,42	559,06	560,08	— 8,04	+ 0,75	—11,8	— 3,6	.....	.....	....	SO.	1	0,42
17	559,04	— 0,88	558,57	559,47	— 8,11	+ 0,65	—11,0	— 4,1	.....	.....	....	SO.	1	0,20
18	560,00	+ 0,11	559,25	560 80	— 8,01	+ 0,72	—11,8	— 2,3	.....	.....	....	SO.	1	0,18
19	560,11	+ 0,24	559,76	560,60	— 7,16	+ 1,53	—10,0	— 2,3	.....	.....	....	NE.	1	0,08
20	559,80	— 0,05	559,26	560,04	— 7,96	+ 0,69	—11,5	— 3,4	.....	.....	....	NE.	1	0,65
21	559,10	— 0,73	558,68	560,24	—10,36	— 1,75	—12,5	— 8,0	.....	.....	....	SO.	2	1,00
22	561,15	+ 1,34	560,12	561,82	— 8,36	+ 0,21	—11,6	— 3,1	.....	.....	....	SO.	1	0,40
23	561,24	+ 1,45	559,94	561,89	— 9,61	— 1,08	—12,6	— 5,8	.....	.....	....	SO.	2	0,27
24	561,40	+ 1,63	561,00	561,64	— 7,21	+ 1,28	—11,2	— 2,0	.....	.....	....	SO.	1	0,07
25	561,58	+ 1 83	561,30	562,00	— 8,38	+ 0,06	—13,0	— 2,2	.....	.....	....	SO.	1	0,42
26	561,19	+ 1,46	560,91	561,53	— 8,53	— 0,14	—10,5	— 4,1	.....	.....	....	SO.	1	0,47
27	561,09	+ 1,38	560,65	561,44	—10,64	— 2,30	—12,8	— 7,2	50	3,0	....	NE.	2	0,52
28	558 92	— 0,78	557,50	560,95	—11,64	— 3,35	—15,9	— 7,1	10	0,6	....	NE.	2	0,88

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1886.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	558,12	557,90	558,15	558,65	558,35	558,42	558,63	558,87
2e » ...	560,05	559,63	559,76	560,00	559,92	559,82	559,98	560,07
3e » ...	560,90	560,50	560,72	560,96	560,46	560,53	560,73	560,87
Mois	559,60	559,26	559,46	559,79	559,52	559,52	559,72	559,87

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade...	−13°,49	−11°,19	− 9°,63	−10°,69	−12°,22	−12°,29
2e » ...	− 9,28	− 6,57	− 4,81	− 5,88	− 9,04	− 9,55
3e » ...	−10,49	− 7,69	− 5,94	− 7,15	−10,68	−11,05
Mois	−11,13	− 8,54	− 6,85	− 7,96	−10,64	−10,96

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade...	−15,96	− 7,60	0,59	78,1	1310
2e » ...	−11,12	− 3,82	0,42	13,5	200
3e » ...	−12,51	− 4,94	0,50	3,6	60
Mois	−13,25	− 5,49	0,50	95,2	1570

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,93 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 5,4 sur 100.

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1885

PAR

M. ERNEST FAVRE

(Suite et fin.)

Terrains cénozoïques.

TERRAINS TERTIAIRES. M. HOLLANDE[1] a donné la coupe suivante de la vallée des Déserts, en Savoie; les formations y sont indiquées de bas en haut et reposent sur l'urgonien :

1. Graviers, glaise et sable grossier à cailloux alpins; poudingue grossier à cailloux urgoniens; tongrien à Natica crassatina, N. angustata, etc., peu fossilifère à la base.
2. Calcaire grossier à petites nummulites (Num. striata?) surmonté d'un banc d'Ostrea et de grès à Natica angustata, Turbo clausus, etc.
3. Calcaire siliceux à petites natices, Cerithium plicatum, C. trochleare, Bythinia Dubuissoni, surmonté de grès et sables blancs.

[1] Hollande, Remarques sur la géologie des vallées de Saint-Eustache, des Déserts et des Aillon. *Rev. savois.*, 1885, XXVI, 175.

4. Schistes à fucoïdes, operculines, restes de poissons, empreintes de dicotylédones. — Flysch.

5. Schistes et grès gris, partie supérieure du flysch.

Cette superposition, différente de celle qui a été indiquée, place le flysch au-dessus du tongrien. M. Hollande prépare un mémoire sur ce sujet. Vers le col de Plainpalais, le flysch est recouvert par les marnes rouges à *Helix Ramondi* auxquelles se superposent des grès mollassiques qu'il regarde comme appartenant à l'Helvétien.

M. Renevier[1] signale une crevasse sidérolitique ossifère trouvée par M. Rittner dans les carrières de la gare d'Éclépens; elle a fourni quelques pièces, entre autres une molaire et une canine de *Lophiodon*.

M. Cruchet[2] a trouvé, près de Vuarrens, dans une exploitation de calcaire fétide, des *Planorbis, Helix*, etc., avec traces végétales. C'est un affleurement aquitanien, intermédiaire aux gisements déjà connus d'Oulons et d'Épautheyres près d'Yverdon.

M. Pillet[3] a répondu à la note dans laquelle M. Hollande signalait la mollasse marine dans le massif des Bauges (Rev. pour 1884, 307). Il ne peut l'admettre jusqu'au moment où l'on y aura découvert des fossiles de ce terrain, tous ceux qui ont été trouvés appartenant à la mollasse d'eau douce aquitanienne.

M. C. Mayer-Eymar[4] a publié une notice sur les panopées de la mollasse qu'il a classées en diverses séries.

[1] *Bull. soc. vaud.*, 1884, XX, XXV.

[2] *Bull. soc. vaud.*, 1884. XX, XXV.

[3] Pillet, Mollasse marine des Bauges. *Compte rendu des travaux de la Soc. d'hist. nat. de Savoie*, 1884, 46; *Rev. savois.*, 1885, 88.

[4] Mayer-Eymar, Die Panopaeen der Molasse. *Vierteljahrsschr. Zurich*, 1884, 318.

Les subdivisions établies par M. Gilliéron[1] dans la mollasse contenue sur la feuille XII à l'ouest de la chaîne du Stockhorn sont de bas en haut :

Grès de Ralligen.
Mollasse d'eau douce avec lignite.
Mollasse d'eau douce inférieure sans lignite.
Mollasse marine.
Poudingue subalpin.
Grès coquillier.

Le premier de ces terrains se trouve en un point au pied du massif des Alpettes, à Vaulrux et se prolonge de là jusqu'à un peu au delà de la Sarine. Il est formé de grès et de marnes dans lesquels on a recueilli *Sabal major* Ung., *Podocarpus eocenica* Ung., des coquilles dépourvues de test, *Cardium*, *Cyrena*, *Melanopsis acuminata* Sandb., des restes de poissons, reptiles et tortues, une sirène (*Halitherium*?).

La mollasse à lignites ne se montre que dans la partie S.-O. de la carte, dans la vallée du Flon et celle de la Mionnaz; elle est formée surtout de calcaire avec bancs de charbon et aussi de mollasse, de grès et de marnes. On y a trouvé quelques restes de plantes bien conservés; elle est un faciès local de la mollasse d'eau douce.

La mollasse d'eau douce inférieure occupe des espaces considérables près des lacs de Neuchâtel et de Morat et tout le long des Alpes; elle a des caractères assez variables suivant les régions; elle prend dans la haute Broye le type de la mollasse grise et du langhien de Lausanne.

La mollasse marine, assez semblable d'aspect à la mollasse d'eau douce, couvre tout le centre du plateau et renferme un grand nombre de fossiles.

[1] Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg.....

Le grès coquillier qui en fait partie la surmonte dans la partie N.-O. de la carte; il renferme moins de mollusques que dans sa continuation septentrionale. Le *Tapes suevica* Qu. se trouve partout, les restes de vertébrés (*Lamna, Oxyrhina,* reptiles, etc.) y sont fréquents.

Le poudingue subalpin appartient en partie à la mollasse d'eau douce, en partie et surtout à la mollasse marine. Il renferme, quoique rarement, des fragments d'huîtres; les galets impressionnés sont fréquents. Les bancs de poudingue alternent avec des bancs de mollasse. Les premiers ont été déposés dans une eau peu profonde; un abaissement du fond et du rivage de la mer a fait reculer la côte vers le S.-E. et ce sont seulement les matériaux fins qui ont pu continuer à arriver à l'endroit où les cailloux se déposaient auparavant; une assise de mollasse s'est alors formée et les apports des rivières ayant reporté la côte plus au N.-O., les galets ont pu revenir au-dessus du sable; c'est ainsi que se sont produites les alternances que nous observons aujourd'hui. Les roches qui constituent ces poudingues se retrouvent plus ou moins dans les autres subdivisions. Les grès provenant du flysch en forment la majeure partie; on y trouve aussi des calcaires foncés ou noirs, rares (jurassique inférieur); des calcaires clairs (jurassique supérieur), des calcaires variés, roses, roux, dolomitiques, rougeâtres, étrangers aux Alpes, un porphyre rouge, des granits divers. M. Gilliéron pense, d'accord avec l'hypothèse de M. Studer, que toutes ces roches appartiennent à une chaîne, disparue aujourd'hui, qui se trouvait à la limite des Alpes et de la plaine. Cette chaîne, qui aurait déjà existé à l'époque éocène, aurait aussi fourni au flysch ses blocs exotiques et les éléments de ses brèches.

Les superpositions de la mollasse, normales du côté du Jura, sont plus complexes au pied des Alpes. Dans son ensemble, la mollasse de cette région forme une anticlinale surbaissée dont le faîte est non loin des Alpes. Le pan N.-O. a une inclinaison très faible; le pan S.-E. a une inclinaison beaucoup plus forte et a subi diverses modifications qui amènent parfois les couches à un plongement en sens inverse. Des failles considérables ont disloqué les divers étages de la mollasse et les séparent les uns des autres.

Dans ses recherches sur les terrains pliocènes de la haute vallée du Pô, M. Sacco[1] a observé des phénomènes de plissements et des contournements qui se sont produits dans l'intérieur des marnes bleues et qui sont évidemment le résultat d'une pression exercée sur elles. Cette pression a été causée soit par les terrains plus récents, soit par le soulèvement de 300 à 500^{m} qu'ont subi ces dépôts, et aussi par une action latérale, résultant de l'inégalité dans l'épaisseur des dépôts. M. Sacco a constaté aussi dans ces terrains des discordances de stratification dues à la présence de deltas torrentiels et des fractures avec dénivellations, causées probablement par la pression latérale.

Pendant longtemps on a cru que le pliocène, si développé sur les deux versants de l'Apennin, manquait au pied des Alpes; depuis qu'il a été reconnu dans cette région, il a donné lieu à beaucoup d'études et de discussions. On admet généralement que le niveau supérieur des affleurements pliocènes est de 400^{m} environ sur les flancs de l'Apennin, qu'il s'élève jusqu'à 800 ou 900^{m} en Sicile, mais qu'au

[1] Sacco, Sopra alcuni fenomeni stratigrafici osservati nei terreni pliocenici dell' alti valle Padana. *Atti R. Accad. d. Sc., Torino*, 1885, XX, 506.

pied des Alpes, il ne dépasse guère 300 à 350m; cependant en 1884, MM. Baretti et Sacco l'ont reconnu jusqu'à 400m près de Gozzano. M. Sacco[1] a repris l'étude de cette formation au pied des Alpes maritimes, en examinant successivement les dépôts du pliocène inférieur (plaisancien) et du pliocène supérieur (astien), et il résume ses observations dans les conclusions suivantes :

Le pliocène inférieur marin atteint au pied des Alpes maritimes une hauteur un peu supérieure à 500m, l'astien s'élève jusqu'à 550m; le mouvement de soulèvement post-pliocène a été beaucoup plus accentué sur le versant septentrional des Alpes maritimes tourné du côté du Pô que sur le versant S. qui regarde la mer. Les alluvions pliocènes se voient jusqu'à 400m; elles sont très caillouteuses au pied des Alpes et généralement sans fossiles.

Le soulèvement post-pliocène, subi par la haute vallée du Pô dans sa partie méridionale, a été dirigé au N.-N.-O. comme le prouve l'inclinaison des strates pliocènes et la distribution des terrasses (Rev. pour 1884, 324).

Cette hauteur de 550m à laquelle sont portées ces couches est une nouvelle preuve du rapport qui existe entre les soulèvements et le phénomène des terrasses qui atteignent un si grand développement dans cette région et qui ont entamé non seulement les terrains diluviens, mais les argiles et les marnes pliocènes et miocènes. La différence marquée des caractères lithologiques et paléontologiques et de la couleur, qui existe entre le plaisancien et l'astien, jointe au fait que le premier est un dépôt de mer assez profonde et l'autre un dépôt de marais,

[1] F. Sacco, Massima elevazione del Pliocene marino al piede delle Alpi. *Atti d. R. Acccad. d. Sc. di Torino*, 1885, XX.

dénote clairement qu'un soulèvement plutôt rapide et puissant a eu lieu au milieu de l'époque pliocène. La grande hauteur du pliocène sur les pentes des Alpes maritimes dans la portion dirigée de l'E. à l'O. et son absence dans celle qui est dirigée du S. au N., indiquent la direction de ce soulèvement qui s'est sans doute fait sentir aussi dans la plaine. Les phénomènes des terrasses, si développées sur la rive droite de la Stura de Cuneo, mais qui manquent ou sont très réduits sur la rive gauche, font croire que l'axe de cette vallée coïncide à peu près avec une longue ligne de fracture dirigée SO-NE.

Ceux que cette question intéresse feront bien de consulter la description de ces gisements pliocènes donnée par M. Sacco, avec la carte qui les accompagne.

Pliocène et quaternaire. Le problème si difficile de l'origine des lacs du versant italien des Alpes a été repris par M. Sacco[1] en relation avec l'histoire des dépôts tertiaires et quaternaires de cette vallée. L'auteur admet l'existence de glaciers miocènes dont on retrouve les traces, entre autres, dans les conglomérats des collines de Turin. L'époque miocène fut suivie d'un soulèvement des Alpes et des Apennins dont une des conséquences fut la formation générale du relief hydrographique actuel. Puis eut lieu, au commencement du pliocène, un affaissement qui fit de nouveau de la vallée du Pô un golfe profond, plus profond au pied des Apennins que vers les Alpes; c'est l'époque du dépôt des marnes bleues (plaisancien) et des alluvions pré-glaciaires au pied des Alpes vénitiennes; les bassins lacustres alpins n'étaient pas encore

[1] F. Sacco, Sull' origine delle vallate e dei laghi alpini e coi terreni pliocenici e quaternari della Valle Padana. *Atti R. Accad. Sc. Torino*, 1885, XX.

formés. Au milieu de l'époque pliocène commença un mouvement de soulèvement; les argiles bleues furent remplacées par des sables avec une faune de mer moins profonde; la mer se retira du pied des Alpes et forma le long de l'Apennin un golfe qui s'étendait jusqu'aux Alpes maritimes entre Mondovi et Chiusa di Pesio, et dans lequel se déposèrent les sables jaunes de l'astien. Pendant ce temps des dépôts alluviens s'accumulaient au pied des Alpes, soit sur le bord de la mer, soit sur les terrains émergés. Ces alluvions pliocènes provenaient déjà du développement des glaciers et recouvrirent aussi, là où elles les rencontrèrent, les sables jaunes dont elles sont contemporaines, faisant ainsi un passage aux alluvions quaternaires. Dans la vallée de la Stura de Cuneo, la transition horizontale des sables jaunes fossilifères aux alluvions pliocènes est facile à reconnaître. On trouve aussi la preuve de leur contemporanéité dans le territoire de Morozzo et de Roccebaldi, dont l'auteur donne une coupe et une carte géologique. Les conglomérats de la base des cônes de déjection de la Stura di Cuneo et de la Stura di Lanzo, les conglomérats inférieurs de la vallée de la Dora Riparia, ceux de l'amphithéâtre morainique d'Ivrée, appartiennent à ce terrain ainsi qu'une partie du diluvium alpin, inférieur aux moraines de Martins et Gastaldi; dans la Lombardie, ce terrain est représenté par le *Ceppo*, dans les Alpes vénitiennes par les alluvions pré-glaciaires.

C'est à cette époque, c'est-à-dire à la fin de l'époque pliocène que se formèrent les bassins lacustres. On sait combien le mode de formation de ces lacs a été discuté. L'auteur expose les diverses hypothèses émises sur ce sujet. Le soulèvement indiqué pendant l'époque pliocène s'accentua jusqu'à la fin de cette période; la mer se re-

tira entièrement de la plaine du Pô et les dépôts pliocènes furent portés à une hauteur de 300, 400 et 500^{m}.

Les bassins lacustres actuels sont profondément encaissés dans les terrains anciens ou récents, et leur fond est quelquefois inférieur au niveau actuel de la mer; ils n'ont pas été remplis par les dépôts alluviens qui ont précédé l'arrivée des glaciers; les alluvions pliocènes du pied des Alpes sont formées d'éléments lithologiques qui ne proviennent pas du tout exclusivement des vallées aux débouchés desquelles elles se trouvent; elles manquent ailleurs. De ces faits et d'autres encore, M. Sacco croit pouvoir conclure que les bassins lacustres n'existaient pas ou étaient de très faibles excavations à l'époque pliocène; mais qu'ils se sont formés lors du soulèvement post-pliocène, en même temps que les vallées existant déjà à la fin de l'époque miocène se creusaient davantage. Les glaciers qui se développèrent à la suite du soulèvement post-pliocène, vinrent remplir ces lacs, créèrent les amphithéâtres morainiques et déposèrent le diluvium glaciaire. En même temps vivait à quelque distance des Alpes, dans la vallée du Pô, une faune composée d'éléphants, de cerfs, de bœufs, de chevaux, de marmottes, etc. (arénéen). Le *Feretto* date probablement aussi de cette même époque.

Les lacs résultent des fractures produites pendant le soulèvement, et celles-ci dépendent beaucoup de la forme de la chaîne; dans la partie où elle est rectiligne, les bassins lacustres sont généralement perpendiculaires à sa direction. En les occupant, les glaciers ont conservé ces excavations pendant le commencement de l'époque quaternaire et en ont empêché le remplissage.

Après l'époque glaciaire vient celle des terrasses. L'auteur pense qu'il faut attribuer la formation des lacs suis-

ses à la même époque que celle des lacs italiens, et qu'il a dû y avoir sur le versant nord comme sur le versant sud, un soulèvement post-pliocène avec lequel elle a dû coïncider. Il regarde comme les équivalents des alluvions pliocènes, la nagelfluh poreuse, les conglomérats de l'Utliberg, de l'Au, l'alluvion ancienne et il remarque que ces alluvions auraient rempli les bassins lacustres, s'ils avaient déjà existé. Les mouvements de soulèvement et d'affaissement des deux versants des Alpes lui paraissent assez concordants, quoique le niveau moyen d'où partent ces oscillations soit d'environ 400^m plus élevé sur le versant nord.

Le tableau suivant résume l'histoire de ces formations:

Quaternaire.	Période des terrasses.	Erosion. Présence de l'homme; retrait des glaciers.	Alluvions des terrasses. Tourbières, etc.
Quaternaire.	Glaciaire.	Extension des glaciers. Formation des moraines.	Moraines. Diluvium proprement dit. Alluvions fluvio-glaciaires. Cônes de déjection.—Sables à Elephas primigenius, Megaceros euryceros, etc. Arénéen.
Quaternaire.	Soulèvement de 400^m des Alpes et des Apennins. Nouveau creusement des vallées. Formation des bassins lacustres Retrait de la mer.		
Pliocène.	Astien.	Développement des glaciers alpins; le golfe de la vallée du Pô très rétréci. Commencement d'un lent soulèvement.	Alluvions pré-glaciaires. Alluvions pliocènes. Pleistocène. Alluvions anciennes. Ceppo. Sables jaunes marins.
Pliocène.	Plaisancien.	Submersion de la plaine du Pô. Abaissement général des Alpes et Apennins.	Alluvions pré-glaciaires (pars, Alpes vénitiennes). Marnes bleues à fossiles marins.
	Messinien.	Commencement des bassins hydrographiques actuels. Soulèvement général des Alpes et des Apennins.	Sarmatique. Alluvions pré-glaciaires (pars). Dépôts gypseux. Conglomérats. Couches à congéries.

TERRAINS QUATERNAIRES. M. MUHLBERG[1] a donné une description très minutieuse du cours de l'Aar aux environs d'Aarau, de son action géologique et de son histoire dans les temps modernes et anciens. La première partie, relative aux temps modernes, décrit l'action de l'eau, ses dépôts et ses érosions, les circonstances climatériques qui influent sur elle, les corrections à son cours; nous nous bornons à l'indiquer. La seconde traite surtout des anciennes terrasses des environs d'Aarau et de la cause de leurs formations. Les terrasses ont là un développement remarquable. La carte et les coupes qui accompagnent ce mémoire figurent des terrasses de nombreux niveaux, dont les plus élevées ont 56^{m} au-dessus du cours actuel de l'Aar.

La première examinée par l'auteur est celle de Suhrfeld, dont une carrière ouverte à Buchs, montre nettement la structure. Sous la couche horizontale de gravier qui la limite, sont des couches inclinées de gravier et de sable dans lesquelles on a trouvé un gros bloc d'arkésine anguleux et plusieurs blocs plus petits de gneiss d'Arolla, qui sont des blocs erratiques du glacier du Rhône. Ce glacier devait donc se trouver au bord même du bassin dans lequel se faisait le dépôt. Mais cette terrasse est dominée par des terrasses encore plus élevées, formées aussi en bonne partie par des cailloux du glacier du Rhône, des Alpes valaisannes, bernoises, d'Unterwald et d'Uri. Elles atteignent la même élévation sur les deux rives et indiquent la hauteur à laquelle tout le bassin de l'Aar a été rempli d'alluvions.

[1] Mühlberg, Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare bei Aarau. *Programm der Aargauischen Kantonsschule*, 1885.

A quelle époque et comment a eu lieu ce comblement de la vallée de l'Aar, qui doit d'ailleurs avoir été contemporain de celui des autres vallées du pourtour des Alpes? On l'a rapporté à l'époque post-glaciaire et à l'époque préglaciaire. D'après le fait observé dans la gravière de Buchs, l'auteur admet que tout le remplissage jusqu'au niveau le plus élevé s'est fait à une époque où les glaciers s'avançaient dans la plaine au delà des lacs, probablement pendant le temps de leur retrait. Les eaux devaient être infiniment plus abondantes: mais la rapidité de leur cours n'augmentait pas en proportion de leur masse[1], d'autant plus qu'elles s'étendaient sur de vastes espaces. C'est la seule manière plausible d'expliquer le dépôt de ces immenses amas de cailloux si loin de leur origine. L'eau ne pouvait entraîner ces matériaux et, au lieu de creuser les vallées, son niveau s'élevait. Des anciens bassins de lacs ont probablement été remplis; le fleuve s'étendait sur une vaste surface, déposant, nivelant, changeant son cours; les montagnes du Jura fournissaient aussi des matériaux ainsi que la mollasse, mais cette roche était promptement changée en sable.

Les amas de cailloux qui se trouvent à des niveaux encore plus élevés sur le flanc des montagnes, datent du moment de la plus grande extension des glaciers.

A la période de l'accumulation des sédiments a dû succéder celle du creusement. On l'a attribué à un soulèvement continental. Cela ne serait pas impossible; mais on n'en a pas de preuve. Le retrait des glaciers dans l'intérieur

[1] Aux basses eaux, le Rhin, à Bâle, débite 12,000 pieds cubes par seconde avec une vitesse de 6 pieds; aux hautes eaux, il débite 225,000 pieds cubes, 18 fois plus; sa vitesse est seulement de 113 pieds.

des vallées alpines fut la cause qui amena ce changement; la grande masse des matériaux resta dans l'intérieur des Alpes où elle forma les cônes torrentiels, les alluvions et amas de toute nature; les rivières déposèrent leurs alluvions dans les lacs et les eaux, débarrassées de tous ces matériaux, creusèrent leur lit dans ces immenses dépôts meubles.

Ainsi la formation de ces sédiments a été contemporaine de la période glaciaire; elle a débuté par les couches les plus profondes; le creusement des terrasses a commencé à la fin de la période glaciaire et s'est poursuivi dès lors; il a entamé d'abord les terrasses supérieures; de sorte que les terrasses inférieures, les plus anciennes quant aux éléments qui les constituent, ont été les dernières à revêtir leur forme.

M. Mühlberg remarque qu'il n'est nullement nécessaire de rapporter à des phases successives, séparées par des époques déterminées, la formation des diverses terrasses; celles-ci sont inclinées à la surface; elles sont formées par le déplacement du cours d'eau et elle ne se correspondent pas d'une rive à l'autre; la correspondance qu'on a souvent cru remarquer n'est qu'un phénomène apparent. Il a compté, aux environs d'Aarau, 21 niveaux divers de terrasses; les auteurs qui rapportent la formation de chaque niveau à un soulèvement doivent admettre autant de périodes diverses, et, en y joignant les localités voisines, on trouverait de nombreux niveaux intermédiaires; cela amènerait à l'hypothèse d'un soulèvement continu, ce qui est précisément l'opposé de ce que supposent les partisans de cette théorie.

Lœss. Les terrasses supérieures sont, d'après le même auteur, recouvertes, ainsi que celle de Suhrfeld, par un

dépôt de lœss non stratifié qui a, par places, jusqu'à 6m de puissance et qui est rempli de coquilles de cette formation (*Helix arbustorum*, *Succinea oblonga*, etc.). On ne le trouve pas sur les terrasses inférieures.

Ce lœss, sans aucune stratification, est certainement un dépôt aérien; il est dû aux poussières du terrain abandonné par les glaciers et à celui des lits laissés à sec par les rivières dans leurs déplacements ou aux époques de basses eaux.

M. Baltzer[1] a décrit un gisement de lœss qu'il a trouvé dans le canton de Berne, près du château de Wyl, dans le voisinage de la station de Worb. Quand on va de cette station au château par Rychigen, on passe au milieu de débris de moraines et de formations glaciaires analogues aux « drumlins » décrits par M. Davis aux États-Unis. L'affleurement de lœss se trouve près de là à une hauteur de 710m au-dessus de la mer; il donne la coupe suivante :

Terre végétale; 4′.
Terrain erratique avec cailloux anguleux; 3′.
Masse blanche un peu tufeuse, peu argileuse; 1′.
Lœss gris argilo-sableux, calcaire riche en concrétions, en coquilles et en restes de plantes; çà et là quelques plus gros fragments; 2′.
Lœss blanc argilo-sableux avec débris de coquilles et de plantes; 1′ ½.
Lœss gris; ½′.
Lœss blanc, sableux dans le bas, avec deux bancs tufeux, contenant des restes de plantes; 6′.

Les coquilles qui y ont été recueillies ont été déterminées par M. Mousson. Ce sont :

Helix pomatia Lin., H. arbustorum var. montana et alpicola, H.

[1] Baltzer, Ueber ein Lœssvorkommen im Kanton Bern. *Mittheil. naturf. Ges. Bern*, 1885, 26. — *Archives*, 1885, XIV, 240.

obvoluta M., H. personata Lam., H. fruticum M., H. circinnata St.? H. villosa Drap., H. glabella Hartm., H. hortensis M., H. sylvatica Drap., Patula ruderata St., Hyalina nitidula Drap., Succinea Pfeifferi, Rm., S. obtusa Drap., S. oblonga Drap.

Toutes ces espèces vivent aujourd'hui en Suisse, mais elles sont distinctes des espèces de la plaine et généralement de plus petites dimensions; beaucoup vivent à des hauteurs de 5 à 7000 pieds. M. Mousson regarde cette faune comme ayant des caractères glaciaires.

M. Baltzer attribue ce terrain à un cours d'eau qui sortait du glacier de l'Aar à une époque où il n'atteignait pas encore Wyl; c'est un dépôt purement fluviatile. Plus tard le glacier a avancé et l'a couvert de terrain erratique. Le gisement de lœss le plus voisin, signalé par M. Mühlberg, près d'Aarau, est d'époque plus récente que celui du canton de Berne. Un autre dépôt de lœss avec des poupées et des coquilles a été découvert récemment à Kehrsatz.

Jusqu'à présent le lœss a été trouvé dans ce gisement aux altitudes suivantes : Kosthofen 500^{m}; Münchenbuchsee 560^{m}; Kehrsatz, deux gisements 586^{m}; Wyl 710^{m}; Höchstetten 730^{m}.

Le lœss date de différents âges. A Wyl et à Kosthofen, il est sous l'erratique; dans la vallée du Rhin, sur l'erratique; aux environs d'Aarau, sur les graviers des terrasses; sa faune varie suivant l'époque de sa formation. Celui de Wyl et d'Höchstetten est glaciaire, celui de Kehrsatz postglaciaire, celui de Wartau occupe probablement une position intermédiaire. L'auteur ne croit pas qu'on puisse attribuer son origine seulement à l'action des vents.

Dans le canton de Berne, M. E. DE FELLENBERG[1] a

[1] E. von Fellenberg, Ueber Vorkommen von Lœss im Kanton Bern. *Mittheil. naturf. Ges. Bern*, 1885, 34.

aussi reconnu un dépôt de lœss parfaitement caractérisé sur le bord du chemin qui monte de Kosthofen à Grossaffoltern. Dans l'un des affleurements il est finement stratifié, en couches de quelques millimètres d'épaisseur seulement, colorées en rouge ou en brun; il renferme les concrétions ou poupées caractéristiques de cette formation qui sont concentrées principalement dans un banc de 10 à 12 centimètres d'épaisseur. Il repose sur la mollasse d'eau douce inférieure, et ses matériaux plus sableux et à éléments plus grossiers à la base passent peu à peu à cette formation; il a au plus 2 à 3^{m} d'épaisseur; du côté de Kosthofen, il est recouvert par du terrain glaciaire. On n'y a encore trouvé aucun fossile. Cette formation est donc bien différente de celle qui a été constatée par M. Mühlberg en Argovie; elle est d'époque interglaciaire et d'origine fluviatile ou lacustre. L'auteur fait suivre cette description d'analyses de ce terrain et de ses concrétions, mises en regard de celles de la vallée du Rhin.

Terrain glaciaire. M. Jaccard [1] a publié une petite carte de la Suisse à l'époque quaternaire pendant la phase d'extension maximum des glaces. La carte de M. A. Favre a été utilisée pour l'indication de l'extension des bassins glaciaires. L'auteur y a ajouté les glaciers du versant sud. Un court texte résume quelques données déjà connues sur ce sujet.

On doit à M. de Tribolet [2] deux courtes notices sur les cartes des anciens glaciers de la Suisse de M. A. Favre

[1] Jaccard, Essai sur les phénonomènes erratiques en Suisse pendant la phase quaternaire. *Bull. Soc. vaud.*, 1884, XX, 381.

[2] M. de Tribolet, Notes sur la carte du phénomène erratique..... de M. A. Favre, et sur la carte des bassins erratiques de la Suisse, d'A. Guyot, *Bull. soc. sc. nat. Neuchâtel.*, 1885, XV.

et de Guyot. Cette dernière restée manuscrite et datant de 1845 a une grande valeur comme document historique et se fait remarquer par la précision des observations et l'abondance des documents consignés. Un des traits les plus intéressants de cette carte, est le tracé de la distribution des roches spéciales à chaque bassin par des lignes qui indiquent la route suivie par leurs blocs.

M. Pillet[1] a publié quelques observations sur la marche des anciens glaciers en Savoie, à l'occasion des cartes publiées par MM. Falsan et Chantre et par M. A. Favre. Il signale quelques modifications probables au tracé du glacier du Rhône; le glacier de l'Arve lui paraît indiqué avec une trop grande extension entre Annecy et Rumilly; il est probable qu'il s'arrêtait vers Marcellaz et que celui de l'Isère occupait la plaine de Rumilly et s'étendait au delà. Le glacier méridional de l'Isère lui semble avoir eu une marche différente de celle qu'indiquent ces auteurs. Il y a là une matière abondante pour de nouvelles recherches.

Parmi les observations que renferme un mémoire de M. Ch. Depéret[2] sur les terrains quaternaires de la vallée du Rhône aux environs de Meximieux (Ain), nous signalons une coupe prise à Pollet, dans laquelle on voit une couche de boue glaciaire à cailloux striés, de 1^{m} d'épaisseur, placée dans l'intérieur d'une puissante nappe de gravier préglaciaire, d'origine nettement alluviale, recouverte elle-même par le terrain glaciaire proprement dit. Cette coupe de 15^{m} de hauteur, qui rappelle celle du Bois

[1] Pillet, Anciens glaciers. *Rev. savois.*, 1885, 115.

[2] Ch. Depéret, Notes sur les terrains de transport alluvial et glaciaire des vallées du Rhône et de l'Ain, aux environs de Meximieux (Ain), *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1886, XIV, 123.

de la Bâtie à Genève, n'autorise pas cependant l'hypothèse de l'existence de deux périodes glaciaires dans la vallée du Rhône. Aucun fait positif n'est venu encore démontrer cette double extension.

Quelques indications sur des blocs erratiques du canton de Vaud se trouvent dans un rapport présenté par M. Golliez [1].

M. Gilliéron [2] a décrit avec le plus grand soin le terrain glaciaire des Alpes fribourgeoises et bernoises au sud du lac de Thoune (chaîne du Stockhorn et Simmenthal).

Après avoir parlé du terrain glaciaire de la vallée de la Trême, où l'on trouve les restes du glacier du Rhône et, dans le haut, un glacier local venant du Moléson, l'auteur décrit la marche de celui de la Sarine qui a laissé des dépôts importants et qui, à l'époque du retrait de celui du Rhône, a été former jusque dans la plaine, à Vuadens, une moraine bien caractérisée.

La vallée de la Jogne a eu aussi son glacier dont les altitudes sur quelques points étaient les suivantes :

	Altitude en mètres		Difference
	du glacier.	du thalweg.	(Épaisseur du glacier).
E. du Bæderberg......	1400	1100	300
N. du Hochmatt.......	1310	900	410
E. de Charmey........	1100	870	230
S.-O. de Cresuz........	930	770 ?	160 ?

Ce glacier a lutté, comme celui de la Sarine, avec celui du Rhône qui à un certain moment a envahi partiellement son domaine; mais plus tard il s'est aussi étendu jusque dans la plaine.

[1] Golliez, Rapport de la Commission des blocs erratiques. *Bull. soc. vaud.*, 1884, XX, 389.

[2] Description géologique.....

Les vallées de la Gérine, des deux Sense, de la Gürbe, de la Simme, de Diemtigen, ont eu aussi leurs glaciers; celui de la Simme était un des principaux; nous donnons ici quelques chiffres des hauteurs auxquelles il s'est élevé; elles montrent qu'il avait une pente très faible et augmentait d'épaisseur en s'éloignant de son origine :

	Altitude en mètres		Différence
	du glacier.	du thalweg.	(Épaisseur de la glace).
Pente de l'Oberegg....	1500	920	580
Haut du Goldbach.....	1500	830	670
O. N. O. des bains de Weissenburg	1420	750	670
Almeren	1370	690	680
Bruchgehren..........	1350	650	700

Voici en abrégé les caractères généraux des terrains glaciaires dans cette région : On ne reconnaît pas dans ces montagnes d'alluvions antérieures à la période glaciaire. Il y a lieu de distinguer, dans le terrain erratique, les transports opérés par les glaciers principaux et ceux qui se sont effectués à des hauteurs où ils ne sont pas parvenus. Il a dû se former des dépôts dans les hauteurs au commencement de la période glaciaire; mais ceux que nous voyons maintenant doivent dater de l'époque du retrait des glaces. Dans les grandes vallées, il faut envisager comme datant aussi de cette période les dépôts qui sont presque au niveau des cours d'eaux. Au moment de la grande extension des glaciers, ces vallées étaient remplies par une masse d'eau solide qui n'avait qu'une très faible pente, en sorte que leur épaisseur allait en augmentant d'amont en aval. Cette accumulation était due, au moins pour celles qui se déversaient au N.-O., au barrage opéré par les grands glaciers. Elles étaient ainsi comme les ramifications de la nappe générale de glace presque hori-

zontale qui couvrait la Suisse et une partie de l'Allemagne du Sud et elles ont dû en suivre toutes les fluctuations aussi longtemps qu'elles ont été en contact avec elles. Il y a eu des moments où les grands glaciers pénétraient dans les vallées de nos montagnes : le glacier du Rhône dans celle de la Trême, de la Sarine, de la Jogne, de la Kalte Sense ; le glacier de la Kander dans celle du Simmenthal. Dans d'autres moments, probablement vers la fin de la période glaciaire, les glaciers des vallées pouvaient descendre dans la plaine ; on le reconnaît pour ceux de la Sarine, de la Jogne, de la Sense. Les dépôts stratifiés ne sont que des accidents dans le quaternaire informe, ils ne sont pas tous du même âge et ne peuvent servir à diviser la période glaciaire.

L'auteur donne aussi une description minutieuse du glaciaire du pied de la chaîne et du plateau, avec la mention des roches diverses et de leur répartition dans la région examinée, et il en a déduit des conclusions nouvelles sur la marche du grand glacier du Rhône qui occupait tout cet espace. Dans une période de grande extension qui a été probablement unique, dit M. Gilliéron en résumant, la plus grande partie des glaces de la vallée du Rhône se sont étendues du côté du N.-E, ; c'est sans doute alors qu'elles ont pénétré dans les vallées des chaînes extérieures. Dans d'autres temps, la plaine seule était recouverte et la distribution se faisait autrement. Dans d'autres encore, le glacier ne remplissait que la vallée de Broye. Le glaciaire informe et le glaciaire stratifié peuvent occuper toutes les positions l'un par rapport à l'autre ; quelquefois on trouve plusieurs alternances de ces roches ; elles n'indiquent pas plusieurs époques glaciaires ; ce territoire ne fournit pas d'indice sur le nombre de ces époques.

Le Riedthal, une ramification du Wiggerthal qui vient se réunir à lui un peu au-dessous de la ville de Zofingue en Argovie, renferme des dépôts erratiques importants qui ont été décrits par M. Fischer-Sigwart[1]. On les trouve surtout dans la partie supérieure de ce vallon qui s'appelle le Längmattmoos. L'auteur a pris les dimensions de 178 blocs appartenant tous, sauf deux, au glacier du Rhône, dont les roches sont bien caractérisées. Le catalogue de ces blocs est joint à ce travail.

Le mémoire de M. Wettstein[2] sur les environs de Zurich renferme une description très précise avec cartes et coupes, du terrain glaciaire de cette contrée. L'auteur décrit les moraines qui entourent l'extrémité du lac de Zurich et auxquelles il donne le nom de moraines intérieures ; il signale la nature des éléments qui la constituent (sernifite, calcaires jurassiques, brèches à échinodermes, grès, etc.). Les blocs de sernifite forment 75 % des matériaux de ce terrain sur la rive droite; le grès de Taveyannaz s'y trouve aussi en forte proportion; sur la rive gauche, les calcaires jurassiques et urgoniens et la nagelfluh sont prédominants : il n'y a pas de blocs de la vallée du Rhin. Ces moraines occupent à Zurich le fond de la vallée et s'étendent plus en amont sur les collines qui occupent les deux rives; à l'époque de leur formation le glacier avait environ 100^m de hauteur à Küssnacht et Rüschlikon, 230^m à Horgen et 350^m à Wädenswyl. Elles sont très sableuses et renferment beaucoup de blocs anguleux sans stries, mêlés à d'autres qui sont polis et striés.

[1] H. Fischer-Sigwart, Die erratischen Blöcke im Längmattmoos bei Zofingen. *Mittheil. d. Aargau. Gesellsch.*, 1885, IV, 9.

[2] Geologie von Zurich und Umgebung, 1885.

Une série de moraines extérieures correspond à une plus grande extension des glaciers; on les trouve plus bas dans la vallée de la Linth et à une plus grande hauteur sur les flancs des collines; elles occupent de plus grands espaces mais leur forme est moins définie. Elles sont surtout composées de gravier; les blocs y sont rares, mais ils portent de nombreuses stries et traces de polissage qui ne se voient pas dans les graviers. La plus grande partie des matériaux des moraines intérieures provient des moraines superficielles et a été portée à la surface du glacier, tandis que celle des moraines extérieures a été transportée sous la glace; à leur surface il y a une épaisseur de 1 à 2^m d'épaisseur de ces matériaux provenant des moraines superficielles.

La chaîne de l'Albis est très abondante en terrains glaciaires d'une nature un peu différente; et on n'y trouve pas de gneiss et de granit de la vallée de la Reuss; il est formé de roches provenant du canton de Glaris et des Grisons, grès de Taveyannaz, calcaire et sernifite. Ce terrain ne forme pas la limite entre le glacier de la Reuss et celui de la Linth; mais l'abondance des blocs de sernifite, la présence du granit de Puntaiglas et des diorites dans les moraines les plus élevées prouvent qu'à l'époque de la plus grande extension, il y a eu une invasion du glacier du Rhin par Sargans.

Quant à la nagelfluh poreuse de l'Utliberg déjà si souvent décrite et dont l'origine a été très discutée, elle appartient au terrain glaciaire; elle repose, comme l'ont prouvé des tranchées récemment ouvertes, sur du terrain glaciaire dans lequel on trouve des blocs erratiques de la nagelfluh miocène, et elle a dû être déposée directement par le glacier. Les grands dépôts de cette formation dans

la plaine suisse doivent probablement avoir la même origine.

Il y a donc des formations glaciaires bien différentes; les moraines extérieures formées de gravier datent de la première époque glaciaire, le recouvrement de ces moraines par une faible épaisseur d'erratique, et la ligne des moraines intérieures, de la seconde époque, pendant laquelle il y eut là un long temps d'arrêt du glacier. Dans son retrait il déposa une moraine à Horgen, une autre à Rapperschwyl. Les lignites du Wetzikon indiquent clairement l'existence de ces deux époques.

L'auteur décrit ensuite les moraines profondes, les stries glaciaires, l'action du glacier sur les terrains en place, la faune et la flore glaciaire, l'influence de ce terrain sur la végétation et les sources.

MM. Baretti et Zacco[1] ont joint à leur mémoire sur le Margozzolo une carte du terrain erratique de cette région, remplie de phénomènes glaciaires intéressants; roches polies et striées, moraines latérales, frontales, lacs morainiques, lacs de barrage, et blocs erratiques; nous devons renvoyer pour ces détails au mémoire lui-même; les dépôts glaciaires s'observent jusqu'à 950^{m} sur le flanc N. de ces montagnes; mais ils s'abaissent rapidement vers le S.

M. Bœhm[2] vient d'ajouter un chapitre important à l'histoire des anciens glaciers des Alpes par la description de ceux des vallées de l'Enns et de la Steyr.

Ce champ de recherches est trop éloigné de la Suisse pour que nous puissions analyser en détail ce mémoire.

[1] Il Margozzolo...

[2] A. Böhm, Die alten Gletscher des Enns und Steyr. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1885, XXXV.

Nous nous bornons à le mentionner et à en extraire quelques faits d'importance générale.

L'auteur consacre un chapitre de son ouvrage à la formation des terrasses[1]; il décrit l'action de l'eau soit dans l'accumulation des dépôts, soit dans l'érosion, et cette recherche l'amène à constater, comme M. Penck, que le dépôt des matériaux qui les constituent a dû précéder immédiatement celui des moraines, qu'il appartient par conséquent à la formation glaciaire et doit être appelé du nom de dépôt glaciaire.

Pendant la croissance des glaciers, il se déposait dans les vallées des masses énormes de débris que les eaux ne pouvaient transporter au loin. Cette accumulation cessait à mesure sur les points que le glacier atteignait, mais commençait à son extrémité même. Dans la moitié inférieure de la vallée de l'Enns, au-dessous des gorges de Gesaüse, là où la vallée est devenue transversale, il y a un puissant dépôt de terrasses; elles sont recouvertes par les moraines et formaient en réalité le fond de la vallée sur lequel se mouvait le glacier. Ces terrasses ont donc dû être déposées pendant le temps de croissance des glaciers et non pendant leur retrait. Cette période correspond à une période d'accumulation, en opposition avec la période actuelle qui est une période d'érosion et avec la période interglaciaire qui avait aussi ce caractère. L'érosion commença dès la période de retrait, où les masses d'eau considérables charriaient beaucoup moins de matériaux.

[1] Ceux que cette question intéresse feront bien d'étudier ce chapitre ainsi que les mémoires suivants : Löwl, Ueber den Terrassenbau der Alpenthäler, *Geograph. Mittheil. Gotha*, 1882, XXVIII, 132. — Penck, Ueber Periodicität der Thalbildung. *Verhandl. d. Ges. für Erdkunde zu Berlin*, 1884, 1.

L'auteur attribue au glacier lui-même l'ablation complète des terrasses dans le haut de la vallée de l'Enns et leur érosion dans le bas de cette vallée. Il assigne au glacier une action beaucoup plus énergique et plus étendue que celle de l'eau qui ne pouvait que creuser son lit entre des berges. Ainsi s'explique le fait que, si ces dépôts alluviens ont rempli les vallées, on les reconnaît aujourd'hui seulement vers l'extrémité de la région occupée par les glaciers et en dehors de cette région.

M. Böhm décrit un gisement de terrain interglaciaire, reconnu, près de là, à Bischofshofen dans la vallée de la Salzach. Des couches semblables manquent dans la vallée de l'Enns et de la Steyr, mais si l'on admet, comme l'ont montré M. Penck et M. Böhm, que chaque glaciation a été accompagnée d'une formation considérable de dépôts diluviens, on trouvera dans l'étude de ces formations les preuves de ces glaciations successives. L'auteur a en effet trouvé, dans le Ramsau, au pied du Dachstein, un conglomérat avec une couche de charbon qui appartient à une première époque glaciaire; d'anciennes brèches et la subdivision possible de ces dépôts alluviens en deux groupes distincts fournissent des preuves de ces deux phases glaciaires.

On remarque, dans le haut des vallées et sur le flanc des montagnes, des bassins en forme de cirques auxquels on donne dans les Alpes orientales le nom de *Kar* et que l'auteur regarde comme formés par les anciens glaciers, avec la distribution duquel ils sont dans une étroite relation. L'auteur joint à ce sujet des observations sur les lacs de montagnes. On voit combien souvent dans ce mémoire il a fait appel à l'action érosive des glaciers. Un dernier chapitre est consacré à l'étude de cette question

dans laquelle il prend une position intermédiaire entre ceux qui refusent aux glaciers toute puissance érosive et ceux qui leur attribuent la faculté de creuser même des bassins lacustres. Les glaciers ont une action puissante sur leur fond, il creusent, élargissent, enlèvent, mais on ne peut leur rapporter la formation des bassins lacustres.

Deux époques glaciaires. M. Blaas[1] a publié de nouvelles recherches sur le terrain glaciaire dans la vallée de l'Inn avec une carte et des coupes géologiques. Il l'a décrit surtout aux environs d'Innsbrück. Il donne une description détaillée de la brèche d'Höttingen, regardée anciennement comme miocène et dont l'âge interglaciaire est maintenant démontré.

Il y a près d'Innsbrück trois niveaux de terrasses; à la base de chacun d'eux se trouve un dépôt glaciaire; cette structure lui semble indiquer que chacun de ces dépôts alluviens n'est pas dû au développement des glaciers, comme le pense M. Penck, mais qu'il est la conséquence de leur retrait. L'horizon supérieur des alluvions, qui renferme un dépôt tourbeux et des restes d'industrie humaine, a les caractères d'un dépôt formé à l'extrémité même du glacier; l'homme aurait donc été témoin de la dernière extension des glaces. Des coupes très nettes prises au S. d'Innsbrück montrent l'intercalation de puissantes alluvions (100^m) entre des dépôts erratiques et viennent confirmer les résultats des observations de M. Penck sur l'existence de plusieurs époques glaciaires dans cette vallée.

Dans ce mémoire que je n'ai pu avoir sous les yeux, il étudie la marche du glacier principal en rapport avec

[1] Blaas, Ueber die Glacialformation im Innthale. I. *Zeitschr. d. Ferdinandeums.* Innsbruck, 1885, cah. 29, 104.

celle des affluents latéraux et il constate qu'il avait dans la partie moyenne de la vallée de l'Inn, plus le caractère d'un glacier-lac que d'un courant.

M. D'ETTINGHAUSEN[1] a décrit les plantes fossiles trouvées dans la brèche interglaciaire d'Höttingen et qu'Unger avait rapportées auparavant au terrain miocène. Il signale 18 espèces appartenant toutes à l'époque quaternaire et caractéristiques d'une flore de montagnes.

Ce sont :

Pinus Pumilio Haencke, P. Laricio P., Arundo Gœpperti Hr.? Cyperus sirenum Hr.?, Cyperites canaliculatus Hr.?, C. plicatus Hr.?, Alnus viridis de Cand.?, Fagus silvatica L.?, Salix arbuscula L., S. nigricans L., S. grandifolia Ser., S. caprea L. Daphne Hœttingensis Ett., Viburnum Lantana L., Ledum palustre L., Acer pseudoplatanus L., Ilex glacialis Ett., Rhamnus frangula L.

M. BRUCKNER[2] a signalé des dépôts erratiques dans la vallée de la Salzach et il a reconnu là aussi les restes de deux époques glaciaires.

Outre les divers dépôts interglaciaires déjà constatés, brèches, conglomérats, lignites, M. PENCK[3] a signalé des alluvions de rivière, datant de la même époque et qu'il a reconnues à Wallgau dans la vallée de l'Isar. Il a donné sur ce sujet quelques nouveaux développements à ses observations précédentes.

Glaciers actuels. M. F.-A. FOREL[4] a continué sa publi-

[1] C. Freih, von Ettinghausen. Ueber die fossile Flora der Höttinger Breccie. *Sitz.-Ber. d. R. Akad. d. Wissensch. Wien*, 1884, XC, 260,

[2] E. Brückner, Die Vergletscherung des Salzachgebietes. *Mittheil. d. deutsch u. œster. Alpenvereins*, 1885, 21.

[3] A. Penck, Ueber interglaciale Breccien der Alpen. *Verhandl. d. k k. geol. Reichsanst.*, 1885, 363.

[4] F.-A. Forel, Les variations périodiques des glaciers des Alpes. *Jahrb. d. S. A. C.*, 1885, XX, 281.

cation des documents sur les oscillations des glaciers des Alpes. Il remarque que ceux du second ordre commencent à participer à la phase d'accroissement dans laquelle sont entrés beaucoup de ceux du premier ordre; puis il donne les mesures qu'il a recueillies. Elles semblent indiquer qu'il y a un beaucoup plus grand nombre de glaciers qui ont terminé leur période de retraite dans la région occidentale des Alpes que dans la région orientale.

M. RUTIMEYER[1] a aussi donné sa notice annuelle sur la marche du glacier du Rhône qui ne manifeste encore aucun allongement.

On pourra aussi consulter avec intérêt le mémoire de M. SIMONY[2] sur les oscillations des glaciers du Dachstein pendant la période de 1840 à 1884.

Faune quaternaire. Les alluvions quaternaires remplissent le fond du Wiggerthal en Argovie et forment des terrasses sur lesquelles est construite une partie de la ville de Zofingue. M. FISCHER-SIGWART[3] a trouvé des ossements fossiles dans la plus inférieure des terrasses. M. O. Heer avait déjà cité des ossements de mammouth trouvés à Reiden et une dent de rhinocéros provenant de Zofingue. Les ossements récemment découverts appartiennent, d'après M. Rutimeyer, aux espèces suivantes : *Equus caballus, Bos taurus, Sus scrofa, Rhinoceros tichorinus.* Deux dents du bœuf ont été trouvées avec les restes du rhinocéros profondément enfouies dans le gravier.

[1] Rutimeyer, Bericht ueber die Arbeiten am Rhonegletscher im Jahre 1884. *Jahrb. d. S. A. C.*, 1885, XX, 437.

[2] Simony, Ueber die Schwankungen in der raümlichen Ausdehnung der Gletscher des Dachsteingebirges während der Periode 1840-1884. *Mittheil. k. k. geogr. Ges. Wien*, 1885, XXVIII, 113.

[3] H. Fischer-Sigwart, Fossile Knochenfunde aus den interglacialen Kiesschichten in Zofingen und im untern Wiggerthale. *Mittheil. d. Aargau. naturf. Ges.*, 1886, IV, 1.

Dans la ville même, on a trouvé des argiles avec *Limneus planorbis*, de la craie lacustre et des pilotis au niveau de la terrasse principale; il y avait probablement là un bassin et peut-être des habitations lacustres.

M. VOUGA[1] a publié les résultats de nouvelles recherches faites dans les stations lacustres de l'époque du bronze de Cortaillod, de Concise et de Chevroux, lac de Neuchâtel, et dans celle de la Creuse près d'Estavayer (Fribourg).

M. SCHARDT[2] a décrit la terrasse lacustre de Montreux dont les couches sont inclinées de 30 à 35° vers le lac et qui se prolonge du côté de Clarens et de Territet. La surface est à 7^{m} au-dessus du lac. On y a trouvé récemment, derrière l'hôtel du Léman, des squelettes humains de l'âge de bronze. C'était une sépulture des populations lacustres.

Les tourbières sont nombreuses sur les flancs et le versant sud du Margozzolo et elles sont toutes en rapport avec le terrain glaciaire; elles formaient anciennement de petits bassins lacustres et plusieurs d'entre elles ont été habitées par des peuplades préhistoriques. D'après MM. BARETTI et SACCO[3], celles d'Oleggio Castello, au S.-O. d'Arona a fourni quelques restes de l'époque du bronze; on a trouvé dans la tourbière voisine de Mercurago, beaucoup plus riche que la précédente, de nombreux restes de cette époque; des objets de bronze, de terre cuite, de silex, des vases de pierre ollaire, etc., un canot; une station lacustre occupait l'extrémité nord de ce petit lac. D'autres objets ont été recueillis sur divers points de la même contrée.

[1] Vouga, *Indicat. d'antiq. suisses*, 1885, 139, 175, 199.
[2] *Bull. soc. vaud.*, 1884, XX, XXXII.
[3] Il Margozzolo...

SUR LES ORIGINES

DU

FLUX ÉLECTRIQUE DES NUAGES ORAGEUX

PAR

M. Daniel COLLADON

J'ai eu l'occasion d'observer et de suivre pendant quelques heures, en juillet et en août 1885, deux orages électriques d'une remarquable intensité qui m'ont présenté des phénomènes intéressants au point de vue météorologique. J'étais bien placé pour en suivre les principaux détails, depuis *les Hauts-Crêts*, situés à trois kilomètres de Genève au sommet du côteau de Cologny, à 120 mètres au-dessus du niveau du lac, et distants de 69 kilomètres du sommet du Mont-Blanc.

Depuis les Hauts-Crêts de Cologny, la vue s'étend en toute liberté sur la partie occidentale de la vallée du Léman ; elle est bornée au nord-ouest par la chaîne du Jura, au sud par le Salève, à l'est par les Voirons et au sud-est par un panorama du massif du Mont-Blanc et des principales aiguilles de sa chaîne, depuis l'aiguille de Trélatête jusqu'aux sommités qui dominent la Mer de Glace.

La longueur effective de cette partie des Alpes dépasse 23 kilomètres, contemplée du coteau de Cologny, elle soutend un angle de 24 degrés, dont les côtés prolongés au delà de la chaîne du Mont-Blanc enferment jusqu'à la plaine de Turin une grande étendue de sommités alpestres invisibles depuis Genève, parmi lesquelles sont compris le petit et le grand Saint-Bernard, le mont Iseran [1], sa chaîne à l'est, ainsi que la totalité de la vallée d'Aoste.

Les orages électriques sont très fréquents au printemps et en été sur cette région et quand l'horizon en deçà des Alpes est libre de nuages, on a le beau spectacle de la silhouette du Mont-Blanc se dessinant en noir sur un ciel illuminé par les éclairs.

§ 1er. *Observations du 17 juillet.*

Pendant la journée entière du 17 juillet et toute la nuit suivante, le ciel visible depuis Genève était resté remarquablement pur, surtout au sud-est sur le massif du Mont-Blanc et les Alpes de la vallée de Chamounix.

Dès 9 heures et demie du soir, on pouvait voir derrière le Mont-Blanc, entre son sommet et l'aiguille de Trélatête, une série d'éclairs intenses qui illuminaient l'horizon. Jusqu'à 11 heures et demie, ces éclairs ont continué, A LA MÊME PLACE APPARENTE, au nombre moyen de 45 à 50 par minute.

On devinait que l'orage devait avoir son centre à plu-

[1] Le mont Iseran, ainsi que le petit Saint-Bernard, servent de limite hydrographique aux torrents qui vont rejoindre l'Isère et le Rhône d'une part, de l'autre aux cours d'eau qui alimentent le Pô et aboutissent à la mer Adriatique.

sieurs kilomètres au delà de la chaîne du Mont-Blanc, puisque aucun de ces éclairs ne laissait voir les nuages orageux qui leur donnaient naissance.

Après onze heures et quart le champ très limité de ces éclairs s'est un peu élargi à l'est. Entre minuit et une heure, l'orage a paru s'éloigner, les éclairs sont devenus moins fréquents et la vivacité de leur lumière avait diminué.

J'ajoute à ces détails que de 11 heures et demie à une heure, il réapparaissait encore de fréquents éclairs sur le premier champ de leur apparition.

Pendant ces trois heures et demie d'observation continue, la totalité des éclairs, vus dans le champ limité de l'angle cité au commencement de cette note, a dépassé sept mille et pendant tout ce temps on pouvait distinguer la silhouette du Mont-Blanc et des aiguilles environnantes, se profilant avec netteté sur la lueur lointaine des éclairs.

D'après les observations recueillies à l'observatoire météorologique d'Ivrée, à celui de Moncalieri et dans d'autres localités, l'orage doit être resté stationnaire de 9 heures et demie à 11 heures et demie sur les sommités montagneuses situées immédiatement à l'est du mont Iseran. Plus tard il a atteint Ivrée, où il a éclaté avec violence vers minuit. D'après les lettres reçues de la direction de l'observatoire, « les éclairs étaient fréquents, la
« pluie mélangée de grêle a donné pendant l'orage 27
« millimètres de hauteur d'eau, la chaleur était intense,
« 27°,2 à 9 heures du soir, elle avait atteint 31°,4
« à l'ombre dans la journée. L'orage s'est ensuite divisé
« et a continué sa route pendant la matinée du 18, vers
« l'est et le sud-est. »

C'est cette longue stabilité du premier centre orageux et ensuite sa marche très lente vers le sud-est, qui ont caractérisé d'une manière intéressante ce violent orage électrique.

Quelquefois les orages qui se distinguent par la succession rapide de nombreux éclairs, ne restent pas stationnaires, ils se déplacent avec une vitesse de 30 à 50 kilomètres et plus, par heure, se dirigeant à l'ordinaire du sud-ouest au nord-est. C'est ainsi, par exemple, qu'un très violent orage électrique, accompagné d'une chute considérable de grêle, qui a traversé le canton de Genève dans la nuit du 7 au 8 juillet 1875 [1], et pour lequel le nombre moyen des éclairs dépassait 60 par minute, avait cheminé de la vallée de la Saône jusqu'à Genève avec une vitesse de 55 kilomètres par heure et de Genève à St-Maurice en Valais, avec une intensité décroissante et une vitesse moyenne de 45 kilomètres environ [2].

Pour l'orage du 17 juillet dernier, le groupe orageux est resté presque stationnaire pendant deux heures et demie et a fourni dans ce temps cinq ou six mille éclairs, déversant sur le sol sous forme visible et sous forme invisible depuis une partie restreinte de l'atmosphère, une quantité énorme d'électricité. D'où, et comment, s'alimentait pendant tout ce temps ce flux incessant d'électricité positive? Pourquoi ces nuées épuisées à fort peu

[1] *Comptes rendus de 1875*, second semestre, tome LXXXI, p. 445 et 489; et *Archives des sciences physiques et naturelles*, juillet 1879, t. II, p. 5, mon mémoire : Contributions à l'étude de la grêle.

[2] J'ai suivi les traces de cet orage dans le département de l'Ain, depuis Châtillon jusqu'à Chalex et dans les communes ravagées du canton de Genève et de la Haute-Savoie, partout les blessures faites aux murs des maisons avaient la même orientation et se voyaient du côté sud-ouest.

près après chaque éclair, se trouvaient-elles incessamment rechargées à nouveau en si peu de temps et pendant une durée aussi longue ? ?

M. Palmieri, l'habile expérimentateur des observatoires de Naples et du Vésuve, attribue l'abondante production d'électricité dans les nuages orageux, à la condensation qui réunit les particules aqueuses en gouttes de pluie et il conclut que tout nuage qui se résout en pluie est une source continue d'électricité. Je suis d'accord avec le savant Napolitain sur ce dernier point, mais non sur l'origine elle-même de ce courant électrique continu.

Le principal électromètre de M. Palmieri porte une tige isolée qu'on élève subitement vers la couche d'air située au-dessus de l'appareil pour connaître son état électrique. Si la tige isolée restant immobile, on pouvait faire descendre l'air placé au-dessus, on obtiendrait une électrisation de la tige. Or c'est un phénomène analogue qui se produit dans l'électrisation des nuages quand ils se résolvent en pluie, l'air de ces nuages constamment entraîné vers la terre ne peut être remplacé que par un appel continu des couches d'air placées au-dessus des nuées orageuses, lesquelles lui font un apport incessant d'électricité, et même de froid, tant que la pluie subsiste.

L'expérience montre d'ailleurs que la condensation aqueuse ne produit pas d'électricité notable [1], tandis que c'est un fait assez généralement démontré en toute saison,

[1] Expériences de M. S. Kalischer, *Annales de Wiedemann*, n° 11, 1883, ou Lumière électrique, 19 janvier 1884.

Je ne suis pas d'accord avec M. Palmieri sur cette assertion que les nuages n'accusent pas d'électricité propre lorsqu'ils ne sont pas en voie de se résoudre en pluie; les expériences avec des cerfs-volants, ou des ballons, sont contraires à cette hypothèse.

que les couches d'air supérieures aux nuages sont électrisées positivement par rapport au sol.

Notre illustre confrère, M. Faye, trouve l'origine de cette électrisation permanente des nuées orageuses, dans un mouvement descendant continu des couches d'air supérieures à ces nuées et en cela nos idées sont entièrement d'accord, seulement il paraît vouloir attribuer uniquement et toujours, cet appel de haut en bas des couches d'air supérieures *à des mouvements de giration et de translation qui se manifestent invariablement dans les orages*[1].

C'est en cela qu'il m'est impossible de rester d'accord avec lui et les observations continuelles des orages électriques que j'ai poursuivies depuis soixante années, ainsi que celles consignées par bien des observateurs sur des orages électriques stationnaires accompagnés de grêle, m'obligent à admettre qu'à côté de ces grands orages engendrés par des mouvements giratoires atmosphériques se transportant rapidement d'un lieu à un autre, on peut citer des cas aussi nombreux, peut-être plus, où la nuée orageuse reste longtemps stationnaire et où l'appel de la couche d'air supérieure est dû essentiellement à une averse, seule cause apparente du renouvellement incessant de l'électricité des nuages et quelquefois aussi de la congélation de leurs gouttes de pluie en grêlons.

M. Luvini dans ses intéressantes publications sur les phénomènes électriques des nuages, introduit un autre facteur auquel il attribue une valeur importante. C'est le dégagement d'électricité que doit produire le frottement de l'air humide contre les cirrhus et les particules aqueuses qui surmontent les nuages, mais cette électrisation même,

[1] *Comptes rendus*, n° 26. — Séance du 29 juin 1885, page 1563.

suppose en premier lieu un appel de l'air supérieur, et de plus une très violente agitation de cet air, qui prévienne la réunion immédiate des deux électricités, momentanément séparées. L'opinion de M. Luvini n'est donc pas contraire à la mienne, seulement il attribue, selon moi, une part d'action beaucoup trop exclusive aux appels giratoires.

J'ai esquissé dans deux précédentes notices[1], une explication que je crois nouvelle et qui dans bien des cas peut suffire pour faire entrevoir la cause première de la multiplicité d'éclairs de quelques orages électriques stationnaires, ou non stationnaires, et des averses de grésil ou de grêle qui les accompagnent quelquefois. Il me semble indispensable de reproduire plus en détail ces idées théoriques, *pour prouver qu'elles expliquent d'une manière satisfaisante dans bien des cas, cette persistance singulière des nuées orageuses* DANS UN ÉTAT DE FORTE TENSION ÉLECTRIQUE INCESSAMMENT DÉPENSÉE ET RENOUVELÉE.

Toute chute d'eau à peu près verticale, produit un vent consécutif dirigé vers le sol; c'est même ce vent vertical qui est souvent utilisé pour produire une compression, de haut en bas, de l'air contenu dans l'appareil mécanique appelé *trompe;* cet air est chassé dans un réservoir et sert à alimenter des souffleries.

On sait aussi que toute cascade produit un violent courant d'air descendant, qui s'étalant sur le sol donne naissance à ce que l'on a appelé LE VENT DES CASCADES; vent qui pour de fortes chutes d'eau constitue dans certains cas un véritable ouragan vers le pied de la chute.

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, 31 mars 1879, et Contributions à l'étude de la grêle, *Archives des sciences physiques et naturelles*, juillet 1879, t. II, p. 20 à 26.

De même chaque goutte de pluie est l'origine d'un courant d'air élémentaire vertical qui prend naissance là où la pluie commence à tomber, c'est-à-dire dans l'intérieur d'un nuage. Plus la goutte de pluie a de volume, plus ce courant d'air élémentaire vertical est notable.

Ainsi toute averse entraîne nécessairement avec elle un vent descendant dont le lieu de départ, ou d'origine, se trouve dans le sein même du nuage où s'engendrent les gouttes de pluie et plus l'averse sera forte, plus le vent augmentera d'intensité.

Ce fait ne peut être méconnu et comme la pluie ne cesse d'agir de haut en bas sur l'air qu'elle a entraîné qu'au moment où elle atteint le sol, c'est seulement là que cet air sera rendu libre et *s'échappera latéralement sans avoir la possibilité de remonter au nuage d'où il est descendu.*

Il se produira donc nécessairement dans ce nuage et aux sources même où se forme la pluie, une notable dépression atmosphérique qui doit indispensablement être compensée par un appel d'air étranger *qui ne peut venir que latéralement, ou supérieurement.*

Si la colonne pluvieuse n'avait qu'un très petit diamètre, l'appel latéral pourrait se produire, mais si l'averse a une grande amplitude, un appel latéral n'est plus possible et la dépression au sein du nuage *ne peut être comblée que par un flux d'air attiré depuis la couche atmosphérique supérieure au nuage qui fournit les gouttes de pluie.*

Lorsque les nuées pluvieuses seront très denses et élevées, ce qui est un cas fréquent en été, l'air attiré des zones supérieures devra apporter avec lui des aiguilles de glace des cirrhus, et de petits globules d'eau à l'état de surfusion. Ce mélange d'aiguilles de glace et de globules

d'eau au-dessous de 0, sera plus que suffisant pour contre-balancer le réchauffement de l'air supérieur que produirait son augmentation de densité et la température moyenne du nuage pluvieux pourra s'abaisser bien au-dessous de zéro.

Ces considérations théoriques paraîtront suffisantes, dans tous les cas où on ne pourrait admettre l'existence d'une vaste trombe entraînant vers le sol les couches supérieures de l'atmosphère, pour expliquer d'une manière courante et naturelle, ces deux phénomènes météorologiques, dont la cause a paru si longtemps inexplicable, savoir :

1° Le renouvellement rapide de la tension électrique dans la plupart des nuages orageux, malgré les décharges continuelles de leur électricité dans le sol, soit qu'elles se manifestent par une suite d'éclairs et de coups de foudre, soit qu'elles se fassent d'une manière invisible par suite de la grande conductibilité électrique de l'air inférieur fortement chargé de pluie et d'humidité [1].

2° La formation accidentelle des grains de grésil, ou des grêlons, qui apparaissent surtout dans les mois de juillet et d'août, lorsque les nuées ont leur maximum de densité et d'élévation ; on sait en effet que dans la saison chaude les nuées orageuses ont en général leur partie supérieure élevée à plus de 3000 mètres et on a constaté des cas où cette élévation surpassait 5000 mètres [2].

[1] L'électricité ordinairement positive des nuages se perd dans le sol sous deux formes : par des éclairs et des traits de foudre qui vont du nuage au sol et par la grande conductibilité électrique de l'air mélangé de pluie. Ce second mode, quoique invisible, est de beaucoup le plus fréquent et le plus énergique (Voir la note A à la fin).

[2] M. de Saussure, pendant sa station de seize jours sur le col du

J'ai parlé de *l'appel latéral d'air* qui peut se produire dans une colonne de pluie de diamètre restreint. Un très bel exemple de cette aspiration latérale est celui que j'ai découvert dans les cascades du Pont du Diable au St-Gothard et de la Salence (Pissevache) dans le Valais, où l'eau se précipite en colonne épaisse et non en nappe de peu d'épaisseur.

En temps de fort brouillard il est facile d'apercevoir un peu au-dessous du sommet de ces cascades des portions de ce brouillard fortement attirées par la chute d'eau et qui s'y précipitent avec une notable vitesse.

La Salence, qui tombe d'abord en colonne à peu près cylindrique, présente un autre phénomène que j'ai été le premier à décrire et qui est visible en temps calme quand l'eau est abondante, lorsque la partie supérieure de cette cascade est éclairée par le soleil. Des milliers de gouttes d'eau, qui à l'instant de la chute entourent comme une gaine le sommet de la cascade, sont violemment attirées à son intérieur un peu au-dessous de ce sommet, on en voit même qui remontent de quelques mètres plus bas pour rentrer dans l'intérieur du courant. C'est qu'en effet l'aspiration est produite essentiellement par l'accélération de vitesse des tranches d'eau, accélération qui ne se produit que dans les parties supérieures de la cascade.

Il est facile d'expérimenter en petit, au moyen de deux appareils assez simples, pour rendre visibles, soit l'aspi-

Géant, à la hauteur de 3428 mètres, a noté onze chutes de grésil et une de grêle. Des chutes de grêle sont assez fréquentes sur toutes les sommités des hautes Alpes. M. Boussingault, dans une ascension dans les Andes, a traversé un nuage versant de la grêle à plus de 4300 mètres au-dessus de la mer. *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 202.

ration d'air *latérale* d'une chute d'eau très limitée, soit l'aspiration *supérieure* qui la remplace quand la première n'est pas possible.

Ces deux appareils sont représentés dans la planche I.

LE PREMIER, FIG. 1re (Pl. I), représente une grosse pomme d'arrosoir comme celle d'une douche écossaise ordinaire. De cette pomme d'arrosoir A on fait tomber verticalement une colonne de pluie *pp;* si on approche au-dessous de son départ une bougie B allumée, on verra la flamme *f* de cette bougie attirée dans la colonne pluvieuse ; cet appel est surtout sensible à quelques centimètres au-dessous de la pomme d'arrosoir. Cet air aspiré latéralement sur le pourtour de la colonne sert à remplacer celui que les gouttes d'eau de la douche entraînent incessamment de haut en bas.

LA FIGURE 2 représente un appareil que j'ai fait construire pour imiter en petit l'appel d'air supérieur que les averses d'une certaine étendue produisent au-dessus de leur champ de départ. Dans cet appareil la pomme d'arrosoir est remplacée par un réservoir A, qui a la forme d'un cylindre aplati d'un grand diamètre (18 à 25 centimètres). Les fonds de ce réservoir cylindrique sont traversés normalement par un tube central CC, qui peut avoir 12 à 15 millimètres de diamètre et est ouvert aux deux bouts ; les nombreux trous perforés à la face inférieure, pour produire la douche en pluie, sont percés circulairement autour du tube C. Enfin une enveloppe cylindrique extérieure en étoffe EE, sert à empêcher tout appel d'air latéral.

Le réservoir A étant placé horizontalement, si on fait arriver l'eau dans ce réservoir, la pluie qui tombe en forme d'anneau produit au sommet du tube C une aspi-

ration d'air que l'on peut rendre visible en approchant de l'orifice supérieur du tube C, la flamme *f* de la bougie B.

On sait bien peu de chose sur la manière dont se répartit la tension électrique à la surface, ou à l'intérieur des nuages et il est probable que leur mode d'électrisation varie selon leur degré de condensation et les nombreuses modifications de leur constitution intérieure [1].

Il est certain que quelques nuages très denses peuvent être considérés comme de véritables conducteurs, quoique formés probablement de milliards de petits centres, qui peuvent être électrisés séparément, mais qui tous dans un moment, soit infiniment court, soit ayant une durée perceptible à nos sens, peuvent perdre la presque totalité de leur tension électrique; c'est ce que prouvent mes expériences, faites en 1826 à l'observatoire du Collège de France à Paris, avec mon galvanomètre isolé [2]. L'aiguille de ce galvanomètre, sous l'influence d'un nuage orageux qui réagissait sur une pointe élevée et produisait un courant dans le fil du galvanomètre, dont l'autre extrémité communiquait avec la terre, indiquait parfois une rapide augmentation de tension positive, immédiatement suivie d'un fort éclair et l'aiguille du galvanomètre passait rapidement d'un courant positif à un courant négatif. La portion du nuage qui agissait sur ce galvanomètre avait donc changé le sens de son électricité dans un temps excessivement court. D'autres fois il est bien facile de constater que les grandes nuées électriques ne se déchargent pas toujours en

[1] Un professeur de l'Université de Genève, M. G. Oltramare, a publié sur ce sujet une note théorique en 1879. *Archives des sciences physiqnes et natnrelles*, 15 juin 1879, t. I, p. 487.

[2] Péclet, *Traité de physique*, 2me édition, t. II, p. 224.

totalité dans le même instant; on aperçoit distinctement dans leur masse, en apparence continue, au lieu d'un éclair général unique, une succession rapide de quelques décharges partielles, produisant ces éclairs appelés *tremblotants*, ou *saccadés*, qui sont assez fréquents pendant les grands orages.

On cite dans la plupart des traités de météorologie une observation isolée de Charles Wheatstone que l'on a à tort généralisée, en annonçant comme un fait universel que la durée d'un éclair ne dépasse guère un millième de seconde. J'ai eu l'avantage d'être lié d'amitié avec Charles Wheatstone et pendant mes séjours à Londres (1843 et 1844), j'ai eu de très nombreuses occasions de conférer avec lui sur des questions de physique et de météorologie, il reconnaissait volontiers que ses expériences sur la durée des éclairs avaient été peu nombreuses et auraient mérité d'être reproduites.

J'ai cité dans diverses notices des faits qui démontrent qu'un certain nombre d'éclairs, surtout dans les forts orages, ont une durée fort appréciable et qu'il est des coups de foudre dont on peut discerner la direction du mouvement et qui par conséquent ne sont pas instantanés [1].

La lumière d'un éclair qui ne durerait qu'un millième, ou même un centième de seconde, ferait paraître immobile un disque tournant sur lequel on aurait tracé des secteurs représentant les couleurs du prisme, ou des

[1] J'ai contrôlé quelquefois mes observations, par celles de quelques aides, sur la possibilité de discerner le sens dans lequel marchent les traits de foudre. La concordance de nos observations m'a prouvé que la chose est souvent possible, surtout pour les traits foudroyants d'une certaine longueur observés entre deux nuages.

rayons d'une blancheur éclatante séparés par un fond noir, lors même que les vitesses de rotation de ce disque atteindraient 60 ou 100 tours par seconde, à plus forte raison sa lueur pendant l'obscurité de la nuit ferait paraître immobiles des branches d'arbres agitées par le vent, ou des trains de chemin de fer en marche. Or, tout observateur qui voudra s'en donner la peine pourra se convaincre qu'à la lueur des éclairs ces mouvements sont fort souvent appréciables à la vue [1].

Au mois de juillet 1871, j'avais eu recours pour de nouvelles expériences à l'obligeance de mon collègue et ami le professeur L^s Dufour de Lausanne, qui possédait un disque tournant indicateur, ayant un fond noir et une croix blanche, auquel un petit moteur imprimait facilement une vitesse de 60 à 80 tours par seconde.

Dans une lettre du 17 août, il me répond :

« Dans mes essais avec le disque tournant j'ai souvent « vu mon disque comme immobile, exactement comme « si on l'eut éclairé avec l'étincelle d'une bouteille de « Leyde, bien souvent aussi on voit les rayons blancs « dans plusieurs situations différentes qui toutes sem- « blent instantanées, ce qui montre qu'il y a eu plusieurs « éclairs très rapprochés en temps, d'une durée infini- « ment courte chacun, enfin j'ai bien fréquemment « observé mon disque éclairé d'une manière uniforme « sur une portion, ou sur la totalité de sa surface, les « rayons de la croix blanche n'étaient plus distincts « alors et le mouvement avait pu être appréciable pen- « dant la durée de l'éclair, il est donc pour moi hors de « doute que la lumière électrique dans l'atmosphère dure

[1] *Comptes rendus*, séance du 31 mars 1879, t. LXXXVIII.

« parfois un temps notable énormément supérieur à « celui de l'étincelle d'une bouteille de Leyde.

« Quant au sens des éclairs, j'ai aussi eu l'impression « qu'on les voit se diriger quelquefois dans un certain « sens. »

Quelques habiles photographes et spécialement M. R. Hænsel de Reichenberg (Bohême), ont eu l'obligeance de me faire parvenir en 1883 et 1885, de très intéressantes photographies d'éclairs. Il est regrettable seulement que chacune de ces photographies ne représente pas un éclair unique ; il serait surtout bien intéressant de pouvoir donner à la plaque impressionnable un mouvement rotatif très rapide pendant l'instant de l'action photographique.

Un fait acquis au moyen des épreuves que je possède, fait que l'œil ébloui par l'éclair n'aurait pu discerner, c'est que quelques-uns de ces éclairs ont un tronc lumineux principal dirigé vers le sol, tronc auquel aboutissent plusieurs branches latérales qui s'épanouissent dans diverses parties du nuage orageux. C'est pour ainsi dire un torrent principal vers lequel affluent plusieurs ruisseaux provenant de sources plus ou moins éloignées.

§ 2. *Observations du 6 août 1885.*

Coïncidence remarquable de mes observations avec d'autres faites le même jour en Angleterre.

J'ai pu suivre, pendant la soirée du 6 août 1885, quelques faits météorologiques qui méritent d'être décrits.

Cette journée avait été chaude, à l'observatoire de

Genève la température s'était élevée à 28°,9. Un vent excessivement faible du N. N. E. avait régné le matin, mais depuis midi jusqu'au soir l'atmosphère était parfaitement calme et sereine sur toute la vallée du Léman. Vers 6 heures on a vu paraître à l'horizon sud-ouest une nuée épaisse, longue et étroite, d'un gris cendré, avançant rapidement dans le ciel serein, comme une espèce de long fuseau, passant près du zénith ; elle semblait pousser devant elle une nappe de cirrhus et était accompagnée latéralement par deux bandes semblables qui se sont rapidement élargies. Au bout d'une demi-heure cette longue nuée obscure et les réseaux de cirrhus qui l'accompagnaient avaient traversé toute la partie visible du ciel au-dessus de la vallée et cependant la partie inférieure de l'atmosphère restait parfaitement calme et n'a commencé à être agitée que vers 8 heures du soir.

La partie inférieure du nuage central était très fortement mamelonnée et présentait les apparences d'une grande tension électrique. Entre 6 heures et 7 heures et demie les parties latérales de ce nuage s'étaient rapidement étendues, atteignant d'un côté la crête du Jura et de l'autre les montagnes qui bordent la vallée, c'est-à-dire le mont Salève, le Môle et les Voirons.

On reproduit quelquefois dans les cours de physique, l'expérience suivante : Un réservoir contenant de l'air comprimé chargé de fumée, porte un trou latéral fermé par un diaphragme, si l'on rompt tout à coup ce diaphragme, on voit un jet d'air, rendu visible par la fumée, traverser rapidement l'air calme de la chambre, sans y produire une agitation bien notable. Quelque chose d'analogue a paru se passer dans la partie supérieure de l'at-

mosphère, entre 6 heures et 6 heures et demie dans la soirée du 6 août. — Un fort courant d'air chaud saturé d'humidité et venant du sud-ouest, a traversé la partie moyenne, ou supérieure de l'atmosphère à une hauteur qu'il est difficile d'apprécier et en se refroidissant son excès d'humidité a formé simultanément des réseaux de cirrhus et une épaisse nuée chargée d'électricité, sans que le calme des couches inférieures de l'atmosphère ait été dérangé.

Après 8 heures et demie, l'aspect du ciel était fort orageux, de nombreux lambeaux de nuages épais et comme déchirés, paraissaient agités de mouvements très variés, quoique obéissant lentement à un transport général du sud-ouest au nord-est.

Après 9 heures, ces nuées, en s'écartant, permettaient de voir des portions de la nappe de cirrhus qui s'étendait au-dessus ; ces cirrhus étaient phosphorescents comme ils l'auraient été par un beau clair de lune ; à l'horizon nord-ouest, sur toute la chaîne visible du Jura le ciel était voilé par d'épais nuages illuminés par des éclairs. Il en était de même pour le mont Salève au delà duquel apparaissaient des éclairs fréquents.

Une longue nuée noire dirigée de la Dôle au Salève, c'est-à-dire dans la direction même des pôles magnétiques, était bordée de chaque côté par une large lisière phosphorescente, et vers 9 heures et quart, on a aperçu tout à coup sur la portion de ce nuage la plus voisine du Jura, un noyau lumineux d'où s'échappaient dans la direction du sud-ouest deux ou trois rayons fortement phosphorescents ; ce phénomène a duré environ vingt minutes et a été assez frappant pour être remarqué par de nombreux observateurs.

D'autre part, depuis 9 heures et demie jusqu'à 11 heures, l'extrémité sud-ouest du mont Salève, à partir des Pitons [1], était éclairée d'une lumière phosphorescente assez intense pour trancher nettement avec toutes les autres parties de l'horizon. La lueur générale de cette partie sud-ouest du Salève et des nuages situés immédiatement au-dessus, était tout à fait comparable en intensité à celle que l'on voit sur la ville de Genève quand le temps est légèrement brumeux et que les vapeurs du soir s'illuminent par l'éclairage des rues.

On a signalé des cas rares de forêts d'arbres résineux devenues phosphorescentes par des temps très orageux; la distance ne m'a pas permis de distinguer si ces lueurs étaient plus vives sur les bouquets de sapins situés sur le flanc du Salève, que sur les autres parties visibles de la montagne.

M. Symons, rédacteur du journal *Monthly Meteorological Magazine* qui se publie à Londres, a eu l'obligeance de me communiquer le numéro du mois de septembre 1885, contenant une lettre de M. F. Gartside Tippinge, datée des environs de Shrewsbury, ville située à quelque distance au sud de Liverpool, dans laquelle il est dit :

« Jeudi passé 6 août, entre 9 heures et demie et 10
« heures et demie du soir, nous avons constaté le plus
« grand développement d'électricité que j'aie jamais vu.
« Ma fille et moi nous vîmes deux fois très distinctement
« des flots d'électricité s'élever du sol et monter aux

[1] Le mont Salève, situé au sud de Genève, a une forme allongée exactement dans la direction du N.-E. au S.-O. Son extrémité sud-ouest est en forme de croupe arrondie et s'étend sur une longueur de 3 kilom. jusqu'à une partie élevée, le Piton, haut de 1380 mètres.

« nuages. Une autre apparence qui me parut curieuse,
« c'est que plusieurs fois une lumière intense partant du
« bas d'une petite colline, s'étendait jusqu'à son sommet,
« la couvrant d'une lumière brillante. L'orage excessive-
« ment violent nous entourait de deux côtés, vers le
« sud-est et le nord-ouest. Certes, je n'avais jamais vu
« un spectacle d'éclairs aussi étendus et aussi brillants. »

Cette coïncidence d'effets électriques intenses observés le même jour et aux mêmes heures, à mille kilomètres de distance, est un fait remarquable.

Il se publie à Zurich, sous l'intelligente direction de M. Billwiller et du Bureau central météorologique suisse, des tableaux quotidiens de l'état de l'atmosphère sur toute l'Europe à huit heures du matin. On voit sur ceux du 5 et du 6 août que pendant ce second jour il s'est opéré un changement total d'équilibre atmosphérique sur l'Europe occidentale et spécialement sur les îles Britanniques. Les hautes pressions, qui depuis le 20 juillet n'avaient pas cessé de dominer sur l'Angleterre, ont subitement laissé prédominer les vents chauds et chargés de vapeur d'eau arrivant du sud-ouest.

Note A.

La quantité d'électricité qui passe des nuages dans le sol, sous forme invisible pendant une averse, est considérable et doit en général dépasser notablement celle que versent les éclairs qui atteignent le sol. En effet, on peut citer des orages électriques d'une extrême violence, pendant lesquels aucun coup de foudre ne frappe le sol. J'ai cité le cas d'un orage d'une intensité tout à fait exceptionnelle, celui qui a traversé une partie du département de

l'Ain, du canton de Genève et de la Haute-Savoie dans la nuit du 7 juillet 1875[1]. Pendant sa traversée sur le canton de Genève, qui a duré 25 minutes, le nombre moyen des éclairs dépassait 60 par seconde, mais on n'a pu constater aucun coup de foudre ayant atteint le sol, les puissantes colonnes de grêle et de pluie que versaient les nuées, suffisaient pour écouler dans le sol les torrents d'électricité soutirés de l'atmosphère.

Lors même que dans les averses du printemps et de l'automne on n'aperçoit aucun éclair, la pluie peut entraîner avec elle jusqu'au sol des torrents invisibles d'électricité. Dans mes expériences de 1827 et années suivantes, je me servais habituellement de trois, quelquefois de quatre cerfs-volants en toile fine, attachés les uns à la suite des autres, La ficelle conductrice du second étant attachée au dos du premier en un point convenable et celle du troisième étant attachée au dos du second, etc.; par un vent favorable j'atteignais facilement à la hauteur de 300 à 400 mètres, bien suffisante pour de très belles expériences. A quelques mètres au-dessus du sol, la ficelle conductrice argentée était attachée à un ruban de soie qui pénétrait dans un appartement par une large fenêtre; à l'extrémité inférieure de la ficelle était suspendue une légère boule conductrice, distante d'environ un mètre d'une autre boule portée par une tige métallique en communication avec le sol humide. J'obtenais, par des temps de forte pluie que n'accompagnait aucun éclair, d'admirables traits de foudre en miniature, de colorations variées : rouges, jaunes, violets, avec leurs

[1] Sur deux orages de grêle observés le 7 et le 8 juillet 1875. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXXI.

zigzags et des détonations semblables au coup d'un très petit pistolet. J'avais la conviction qu'un millier d'appareils semblablement disposés sur la largeur de l'orage de pluie, auraient tous donné des signes analogues de forts courants électriques, l'influence latérale de ces ficelles conductrices d'électricité ne devant pas s'étendre à plus de quelques mètres [1].

[1] Contributions à l'étude de la grêle. *Archives des sciences physiques et naturelles*, juillet 1879, t. II, p. 6.

SUR LES

NAPHTALINES BICHLORÉES

α ET δ

PAR

M. Louis SOLARI

L'étude de la naphtaline a déjà conduit à la connaissance exacte des dérivés monosubstitués de cet hydrocarbure, tandis que pour les dérivés bisubstitués il reste encore beaucoup à faire pour arriver seulement à en tirer une vue d'ensemble. En effet, tandis qu'il ne peut exister que deux séries de corps monosubstitués, la théorie en prévoit dix pour les corps bisubstitués. Bien que les dérivés bichlorés aient été jusqu'à présent les plus étudiés, ils ne sont pas encore tous connus; huit seulement ont été préparés, et parmi eux ce sont les dérivés α et δ sur lesquels j'ai travaillé.

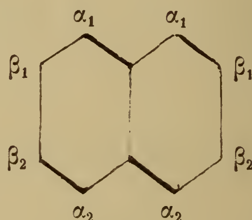
M. Widman, à la suite de travaux mal interprétés, avait émis des doutes sur la formule ordinaire de la naphtaline, formée de deux noyaux de benzol.

J'ai répété ces expériences, et elles m'ont conduit à d'autres résultats que ceux précédemment annoncés.

C'est un des points que nous étudierons dans le cours de ce travail.

Mais il convient, auparavant, de rappeler quelques points importants pour la compréhension de ce qui suit.

La formule schématique actuellement adoptée pour représenter la naphtaline est la suivante :

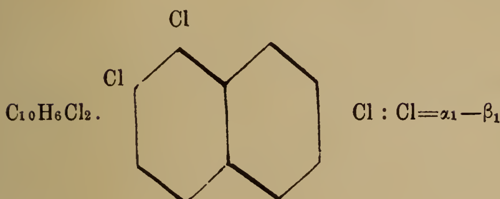


dans laquelle les mêmes lettres désignent les positions symétriques. Quand les résidus substitués se trouvent dans un même noyau, les lettres constitutives ne sont séparées que par un seul trait. Ainsi le dérivé bisubstitué β, est noté $\alpha_1 - \alpha_2$, tandis que le dérivé γ, qui contient un atome de chlore dans chaque noyau, est figuré par $\alpha_1 = \alpha_2$.

Il est à remarquer que les lettres qui servent à distinguer entre eux ces isomères ne préjugent en rien de la position des atomes de chlore. Ce n'est pas très rationnel; mais jusqu'à ce que tous ces dérivés soient bien connus, ainsi que leur constitution et les corps dont ils proviennent, il ne servirait à rien de changer cette nomenclature plus chronologique que raisonnée.

PREMIÈRE PARTIE

α-bichlornaphtaline.



La naphtaline α bichlorée, ou α-bichlornaphtaline a été obtenue par Faust et Saame[1], puis par Krafft et Becker[2], au moyen du tétrachlorure de naphtaline $C_{10}H_8Cl_4$ (point de fusion 182°) qu'ils décomposaient par la potasse alcoolique. D'après ces mêmes auteurs, elle prend encore naissance *en même temps que le dérivé β* (point de fusion 67-68°) *par la distillation de ce même chlorure.*

La première de ces préparations, qui est des plus simples, demande quelques détails.

Il suffit d'ajouter le tétrachlorure, par portions, dans la potasse alcoolique. On peut chauffer légèrement pour commencer la réaction, qui se continue ensuite d'elle-même et très violente. Lorsqu'elle est terminée, on précipite par l'eau, et l'on évapore ou distille l'alcool, afin que

[1] Faust und Saame, *Ann. chem. Phar.* 160, 65 (1871). *Zeitschrift für Chemie*, NF. 5, 705 (1869).

[2] Krafft et Becker, *Deutsche chem. Ges.* 9, 1088 (1876).

le chlorure de potassium formé se dissolve facilement dans l'eau que l'on décante. En lavant ainsi plusieurs fois, toujours à chaud, on obtient la naphtaline α très pure, sous forme d'une huile jaunâtre, qui se solidifie par refroidissement en une masse de couleur plus claire mamelonnée et cristalline à l'intérieur.

Le rendement est quantitatif, soit environ 73 °/₀ du tétrachlorure employé.

Si l'on veut obtenir cette bichlornaphtaline très pure, sans la faire cristalliser, il est important de pulvériser finement le tétrachlorure avant de le décomposer par la potasse, car les cristaux sont difficilement attaqués et restent après la réaction terminée. On peut bien, il est vrai, en séparer la plus grande partie par fusion et décantation de la bichlornaphtaline, qui fond à 35°-36°, tandis que le tétrachlorure fond à 182°; mais le dérivé α fondu dissout toujours un peu de chlorure qu'il est très difficile d'éliminer complètement.

C'est ce fait qui a induit M. Widman en erreur. Cet auteur [1], voulant purifier la naphtaline α bichlorée, crut devoir la distiller. Or, comme nous le verrons plus loin, le tétrachlorure donne par la chaleur une bichlornaphtaline isomère de l'α. et qui est le dérivé δ (F. 118°5). Et comme le produit que M. Widman voulait purifier contenait très probablement du tétrachlorure non transformé et dissous, ce qui le fit passer inaperçu, ce dérivé δ se forma par la distillation; il l'appela *i*, et crut qu'il s'était produit par l'action de la potasse alcoolique elle-même sur le tétrachlorure qui servait de point de départ.

[1] Oskar Widman, *Deutsche chem. Ges.* 15 B, 2160 (1882).

Cette production de deux isomères par l'action d'une seule et même substance (KOH alcool.) sur un tétrachlorure pur (M. Widmann l'avait purifié par cristallisation de l'acide acétique) aurait été aussi étonnante que le fait qui l'avait conduit à cette purification par distillation, savoir la production d'un même tétrachlorure de bichlornaphtaline par les deux naphtalines bichlorées α et β. Nous verrons du reste plus loin à expliquer cette dernière anomalie.

La bichlornaphtaline α, cristallisée dans l'alcool, ou dans un autre dissolvant, se présente sous la forme d'aiguilles soyeuses, parfaitement blanches, qui fondent à 35-36° et distillent à 280°-282°. Elle est insoluble dans l'eau et les alcalis. Dans les alcools éthylique et amylique, elle se dissout peu à froid, beaucoup plus à chaud. La solubilité dans l'éther, le benzol, le chloroforme, le sulfure de carbone est très grande, ainsi que dans l'acide acétique glacial, quoiqu'à un moindre degré.

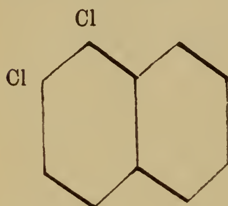
L'acide sulfurique l'attaque d'autant mieux qu'il est plus concentré, en donnant un liquide rouge brun, probablement par formation d'un dérivé sulfonique que je n'ai pas étudié.

Oxydation de la bichlornaphtaline α.

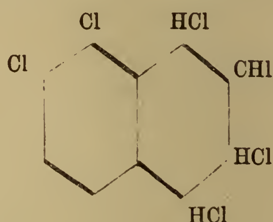
L'acide azotique en agissant sur la naphtaline α bichlorée donne naissance à divers produits, dans lesquels les dérivés nitrés dominent, si l'on a opéré à la température de l'ébullition de l'acide et à la pression ordinaire.

Si l'on répète l'opération, mais en tube fermé et à une température plus élevée, l'oxydation est plus complète, et

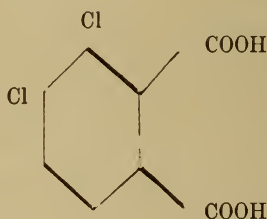
le produit principal est l'*acide bichlorphtalique*. Il répond exactement à celui décrit par Faust [1], et obtenu par oxydation du tétrachlorure de naphtaline bichlorée $C_{10}H_6Cl_2Cl_4$. (F. 172°). Cela était du reste facile à prévoir, vu les formules et la formation des corps qui servent à l'obtenir.



α-bichlornaphtaline.



tétrachlorure de α-bichlornaphtaline.

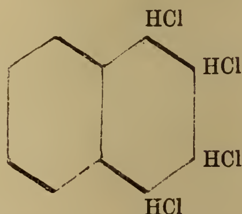


acide bichlorphtalique

Ces transformations sont du reste absolument semblables à celles qui conduisent à l'acide phtalique.

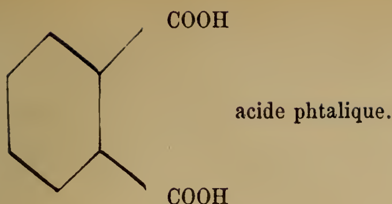


naphtaline



tétrachlorure de naphtaline

[1] Faust, *Ann. chem. Phar.* 160, 64.



acide phtalique.

Acide bichlorphtalique $C_6H_4Cl_2<^{COOH}_{COOH}$. — Cet acide obtenu par Faust (loc. cit.) par oxydation du tétrachlorure de naphtaline α bichlorée, au moyen de l'acide nitrique ordinaire, fond à 183-185°, et forme, par perte d'eau, une anhydride fondant à 187°.

J'ai répété cette préparation, mais je n'ai obtenu que de petites quantités d'acide, et encore très impur.

J'eus alors recours à l'oxydation directe de la naphtaline bichlorée α, mais en tubes fermés.

Les meilleures conditions de formation semblent être les suivantes :

1 gr. de $C_{10}H_6Cl_2$,
7cc acide nitrique ($d=1,33$) et
15cc eau.

Le tout chauffé de 4 à 5 heures à 180-190° pour des tubes ordinaires, bien fermés (car la pression est très forte), j'ai pu mettre à la fois

4 gr. $C_{10}H_6Cl_2$,
9cc acide nitrique (1,33),
18cc eau.

J'ai obtenu ainsi un rendement de 65 à 70 °/₀ au lieu de 119 °/₀, quantité théorique pour la conversion totale de l'hydrocarbure chloré en acide.

En prenant un acide de densité 1,4, et en l'étendant

de son volume d'eau, on obtient une oxydation complète. Ainsi, en mettant par tube 15 à 20^{cc} de l'acide nitrique ainsi étendu, et chauffant pendant 8 heures à 180°-200°, la naphtaline bichlorée entre presque complètement en solution, et on obtient un rendement en acide bichlorphtalique de 100 °/₀ du produit à oxyder (rendement théorique 119 °/₀).

Lorsque les tubes, dans lesquels il y a une forte pression, sout ouverts, on peut ajouter de l'eau froide pour précipiter la matière nitrée dissoute dans l'excès d'acide nitrique, puis filtrer et évaporer d'abord à feu nu, puis ensuite au bain-marie; ou bien on peut chasser d'abord l'acide nitrique, puis reprendre par l'eau chaude, et purifier par ce dissolvant en faisant cristalliser.

Ce même acide bichlorphtalique peut encore être obtenu, en opérant de la même manière, au moyen du tétrachlorure de naphtaline α bichlorée.

Le rendement est de 55-60 °/₀, au lieu de 69, quantité théorique. Il pourrait sans doute être augmenté; mais il est préférable de se servir directement de l'α-bichlornaphtaline, car on supprime ainsi la chloruration préalable, et surtout la forte perte qui provient de la formation d'un corps liquide, qui constitue presque entièrement le produit de cette chloruration et nommé par les auteurs B tétrachlorure de naphtaline α bichlorée (voir plus loin : action du chlore sur la naphtaline α bichlorée).

L'acide bichlorphtalique est très facilement soluble dans l'alcool, l'éther et autres dissolvants, mais surtout l'eau bouillante. Par une lente évaporation de ce dissolvant, il se dépose en mamelons blancs et grenus.

Cet acide sublime très difficilement en fines aiguilles; il distille plus aisément en se solidifiant rapidement et en donnant de l'anhydride.

Cristallisé sur une lame de verre, il présente, au microscope, des dendrites irrégulièrement contournées, d'aspect coralloïde, ou de petits cristaux isolés et courbes, ou allongés et ramifiés, ayant tout à fait l'apparence d'algues ou d'herbes dont les rameaux sont parfois dentelés.

L'anhydride bichlorphtalique $C_6H_2Cl_2 < {CO \atop CO} > O$ fond à 187-189°. On l'obtient par sublimation de l'acide mais en quantités insignifiantes. On le prépare plus facilement en distillant l'acide, ou simplement en le maintenant à l'état de fusion, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau. Lorsque la fusion est tranquille et que la couleur du liquide se fonce, on arrête l'opération et l'on purifie l'anhydride par cristallisation.

Insoluble dans l'eau froide, il se dissout facilement dans l'eau chaude (avec régénération de l'acide), ainsi que dans l'alcool éthylique, amylique, l'éther, le sulfure de carbone (beaucoup plus à chaud), le chloroforme, le benzol, l'acide acétique.

Avec l'ammoniaque on obtient une solution jaune, qui, saturée par l'acide chlorhydrique, prend une coloration rosée. La soude ne donne pas cette réaction.

Bichlorphtalate d'éthyle (éther neutre) $C_6H_2Cl_2 < {COO\ C_2H_5 \atop COO\ C_2H_5}$. J'ai préparé ce sel au moyen du bichlorphtalate d'argent et du iodure d'éthyle, en chauffant ces corps en tube fermé, au bain-marie. Je l'ai aussi obtenu dans la préparation du sel d'éthyle acide, ci-après.

C'est un liquide jaune brun, incristallisable, bouillant

à 305-315°. Un mélange réfrigérant de sel marin et de glace ne fait que l'épaissir un peu. Insoluble dans l'eau et les alcalis, il se dissout facilement dans l'alcool, l'éther et tous les autres dissolvants ordinaires.

L'analyse m'a donné :

Calculé pour $C_6H_2Cl_2<\begin{matrix}COO\ C_2H_5\\COO\ C_2H_5\end{matrix}$		Trouvé.
C.	49,49	49,35
H.	4,12	4,41

Le *sel acide d'éthyle*. $C_6H_2Cl_2<\begin{matrix}COOC_2H_5\\COOH\end{matrix}$ prend naissance par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux et sec sur une solution alcoolique de l'acide bichlorphtalique. Il se forme en même temps un peu de sel neutre.

Ce corps est solide, de consistance butyreuse, jaune. Il se dépose de l'éther en mamelons déprimés au centre.

Cristallisé sur une lame de verre, il présente au microscope de longues aiguilles transparentes qui rayonnent d'un centre et sont empâtées dans de la matière non cristallisée. Le tout forme des figures curieuses, arabesques, fleurs fantastiques, etc.

Insoluble dans l'eau, il se dissout dans les alcalis et carbonates alcalins, d'où les acides le précipitent. Il entre aussi en solution dans tous les dissolvants ordinaires.

L'*éther neutre de méthyle* est liquide. On le prépare comme le sel neutre d'éthyle dont il possède toutes les propriétés.

Les sels *métalliques* n'offrent rien de particulier. Ils sont insolubles dans l'eau, sauf ceux des métaux alcalins très solubles, et ceux des métaux alcalino-terreux, qui se dissolvent un peu dans l'eau bouillante, d'où ils se déposent en croûtes jaunâtres.

L'analyse du *sel de baryum* m'a donné :

Calculé pour $C_6H_2Cl_2<^{COO}_{COO}>Ba$	Trouvé. 1°	2°
Ba 37,02	37,28	37,30

Séché pendant un jour à 110°, il n'y a pas eu de pertes d'eau, donc ce sel est anhydre. Si on le maintient à 150-200°, il perd alors constamment de poids, ce qui indique une décomposition.

Le sel de *cuivre* est insoluble dans tous les dissolvants ordinaires, sauf dans l'ammoniaque qui le colore d'abord en bleu, et qui en excès le dissout ; après quelque temps la solution se trouble, puis le cuivre se précipite à l'état d'hydrate.

Le sel d'*argent*, jaune, noircit à la lumière. Il est soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans tous les autres dissolvants.

Le sel de *plomb*, jaunâtre, est insoluble dans l'eau et les autres dissolvants. Si on le traite par du bichromate de potassium et de l'ammoniaque à la chaleur, il donne un sel rouge.

Simultanément à la production de l'acide bichlorphtalique, d'autres dérivés prennent naissance dans l'oxydation de la bichlornaphtaline α. On obtient toujours des corps jaunes, rouges, solides ou même liquides, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool chaud, dans l'éther, le chloroforme, mais très difficiles à cristalliser. Ils sont de même nature que ceux obtenus par l'oxydation de la naphtaline bichlorée à l'air libre. Faust et Saame [1] les ont aussi observés mais sans pouvoir les purifier.

[1] Loc. cit.

Ces corps sont des mélanges complexes de naphtaline chlorée non attaquée, de dérivés nitrés, peut-être de naphtoquinones, ou de dérivés acides nitrés.

Ainsi dans l'ébullition de la naphtaline bichlorée α à l'air libre, avec de l'acide nitrique ($d=1,33$) il s'est formé un corps jaune cristallin insoluble.

Le liquide évaporé a donné une substance qui, traitée par l'ammoniaque s'est dédoublée en un produit brun, insoluble, fondant à environ 70°, et en un autre soluble.

Ce dernier est précipité par l'acide chlorhydrique sous forme d'huile jaune orangé foncé, soluble dans le carbonate de soude, d'où les acides le précipitent. Ces corps sont probablement des *naphtoquinones chlorées*, surtout le premier, car ils se dissolvent, à chaud seulement, dans la soude caustique, avec une coloration brune intense.

Bichlorbinitronaphtaline $C_{10}H_4Cl_2(NO_2)_2$ Si l'on attaque la bichlornaphtaline par l'acide nitrique (1,33) en tubes scellés pendant 4 ou 5 heures seulement, il se forme beaucoup d'un produit jaune. C'est un mélange de corps non attaqué et de son dérivé binitré (et peut-être aussi mononitré). J'ai essayé de le purifier par distillation sans y parvenir. Il ne passe que des huiles qui se solidifient plus ou moins vite suivant le degré de pureté; et pour les purifier ainsi il faudrait en avoir à sa disposition une quantité notable. Ainsi, un de ces produits, passé à 285-290°, fut séparé par expression, entre papier à filtres, d'une huile qui ne s'était pas encore solidifiée après quelques heures. Une détermination d'azote du produit solide ne donna que 0,86 °/₀ d'Az ; ce qui, calculé pour un corps mononitré seulement, correspond à 35,94 °/₀ de $C_{10}H_5Cl_2NO_2$ et 64,06 °/₀ de $C_{10}H_6Cl_2$.

Il est évident que pour un corps binitré la proportion en °/₀ serait encore bien plus faible.

Si l'on fait cristalliser ces corps jaunes dans l'acide acétique glacial, on obtient bien de belles aiguilles jaunes d'or, mais on ne peut arriver à des points de fusion constants; on a 62-64°, 65-70°, 75-85°. Une détermination d'azote de ces aiguilles (F. 75-85°) me donna 2,75 °/₀ d'azote, tandis qu'une naphtaline bichlorée seulement mononitrée en exigerait déjà 5,78 °/₀, ces proportions doivent encore se réduire, car il est probable que, dans tous les cas, c'est un dérivé bichloré binitré qui se forme.

En effet, si on chauffe les tubes pendant 8 à 10 heures (au lieu de 4 à 5), et de manière que l'oxydation soit incomplète (excès de bichlornaphtaline), on obtient un produit accessoire jaune, quelquefois cristallisé en aiguilles jaune pâle, fondant à 115°. C'est une

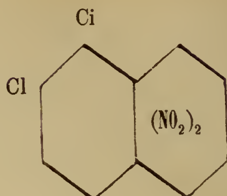
Bichlorbinitronaphtaline, $C_{10}H_4(NO_2)_2Cl_2$. Purifiée par l'alcool, puis par l'acide acétique, elle a un point de fusion qui devient sensiblement constant à 155-156°.

L'analyse me donna :

	Calculé pour $C_{10}H_4(NO_2)_2Cl_2$	Trouvé.
Cl.	24,74	25,59
Az.	9,76	9,96

Ce corps se forme plus facilement et en plus grande quantité en oxydant en tubes fermés le tétrachlorure de naphtaline bichlorée (F. 172°).

Il doit vraisemblablement posséder deux atomes de chlore dans un noyau benzique et deux groupes nitriles dans l'autre noyau :



Car si l'un ou les deux nitriles se trouvaient dans le même noyau que les deux atomes de chlore, ils ne seraient pas éliminés par oxydation, et il se formerait un acide bichlorphtalique mono ou binitré, ce que je n'ai jamais observé. Il est donc évident que l'azote se trouve dans le noyau détruit par oxydation, et que le chlore d'addition facilite la substitution des groupes NO_2, comme il facilite la destruction du noyau.

La bichlornaphtaline binitrée, qui fond à 155°-156°, cristallise en petites aiguilles jaune clair. Elle est insoluble dans l'eau, peu soluble à froid dans l'acide acétique glacial, l'alcool éthylique amylique, beaucoup plus à chaud, ainsi que dans le chloroforme et le sulfure de carbone à toutes températures.

Action du chlore sur la naphtaline α bichlorée

En deux mots elle se résume en ceci : à froid il se forme un dérivé d'addition, à chaud un dérivé de substitution. Le point délicat est la séparation de ces produits. Widman [1] dit que le chlore transforme directement la naphtaline bichlorée α en A tétrachlorure de bichlonaphtaline α solide, et en un corps isomère, liquide, qu'il

[1] Widman, *Bull. Soc. chim. Paris.* 28, 506.

désigna par le nom de B tétrachlorure de bichlornaphtaline α. Ce fait est d'autant plus singulier qu'il est difficile de se figurer la constitution de ce dernier corps. Mais là encore se pose la question de l'identité des produits obtenus.

En outre les auteurs n'indiquent aucune condition d'expérience. Faust[1] dit seulement que la naphtaline α bichlorée doit être fondue.

J'ai répété cette préparation, mais de différentes manières. Ainsi à la température de 40-45°, juste assez pour maintenir le produit fondu, et en faisant passer dans la matière liquide un grand excès de chlore sec, j'obtins un faible rendement de A tétrachlorure de naphtaline α bichlorée (F. 172°), soit environ 20-23 °/₀ du dérivé employé, au lieu de 172 °/₀ que l'on devrait obtenir si tout était transformé en A tétrachlorure de α bichlornaphtaline. Ce corps, solide, fut séparé par la ligroïne dans laquelle il est insoluble, d'une huile constituant la majeure partie de la réaction, et nommée jusqu'à présent B tétrachlorure de bichlornaphtaline α. Mais le poids de cette substance était bien inférieur à celui que je devais obtenir pour le rendement de ce dernier corps. En changeant les conditions de l'expérience, en dissolvant la bichlornaphtaline α dans le sulfure de carbone, on maintient la température, pendant la chloruration, toujours aux environs de 20°. De cette manière j'obtins 44 °/₀ du produit solide, soit du dérivé A. Le reste, produit huileux, représentait 43 °/₀ au lieu de 128 qu'il restait à obtenir, si tout avait été transformé en dérivés A et B exclusivément, de même formule. Une autre expérience me fournit 48 °/₀ du dérivé A et 100 °/₀ du dérivé B, soit encore 14 °/₀ en moins.

[1] Faust und Saame, *Ann. chem. Phar.* 160, 67.

Enfin j'essayai de chlorer la substance à — 19° (mélange de sel marin et de glace pilée). J'obtins 50 et 60 % du dérivé A, et encore moins que précédemment de son isomère B.

Le rendement en dérivé A décroissant à mesure que la température s'élève, je pensai qu'à un certain moment il ne s'en formerait plus du tout. En effet, la bichlornaphtaline étant chauffée à 90°-100°, un courant de chlore n'y donna plus naissance à la moindre quantité du dérivé A, tout le produit était soluble dans la ligroïne ou l'alcool; nous verrons plus loin ce qu'est ce produit.

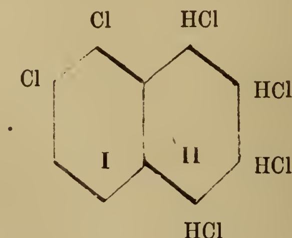
En résumé :

à —19° j'obtins 50-60 % de $C_{10}H_6Cl_2.Cl_4A\alpha$.
à +20° j'obtins 44-48 —
à +40°-50° j'obtins 20-23 —
à +90-50° j'obtins 0

Ces chiffres doivent être encore augmentés, car le produit liquide garde toujours en solution du dérivé A, qu'il est difficile d'en séparer complètement.

Tétrachlorure de naphtaline α bichlorée. (La lettre A peut être suprimée, comme nous le verrons plus loin pages 380 et 384).

Il fond à 172°. Sa formule est :



dans laquelle les deux atomes de chlore du noyau I sont

substitués, et les 4 du noyau II sont additionnés, comme le prouve son oxydation en acide bichlorphtalique.

Les principales propriétés de ce corps sont bien connues. Celles qu'il importe de relater ici sont : son insolubilité dans la ligroïne ou l'alcool; son oxydation en acide bichlorphtalique (Faust, loc. cit.) et sa décomposition par la potasse alcoolique en naphtaline tétrachlorée (F. 130°) et acide chlorhydrique [1].

J'ai constaté cependant qu'une ébullition prolongée avec l'alcool en fait entrer une grande quantité en solution. Il cristallise alors en longues aiguilles.

Sa forme cristalline tient en quelque sorte de sa double nature. Elle rappelle celle des dérivés d'addition (gros rhomboèdres) et celles des dérivés de substitution (aiguilles plus ou moins allongées).

D'après Faust et Saame [2] il cristallise en prismes monocliniques (crist. du $HCCl_3$) mesurés par Topsoë.

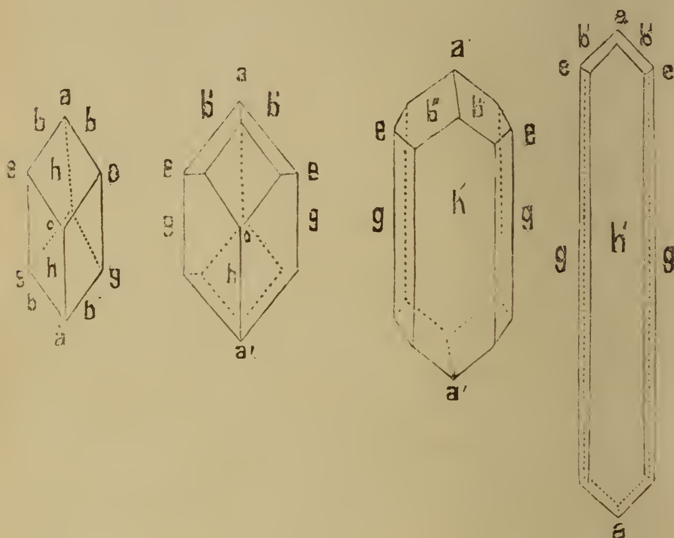
Je l'ai fait cristalliser dans le benzol et dans le chloroforme. Les cristaux qui se forment sont ou des prismes obliques se rapprochant fort du rhomboèdre, ou des prismes allongés par accroissement des faces ; mais il n'y a rien d'exclusif, et les deux formes se présentent à la fois, avec prédominance de l'une ou l'autre, suivant le dissolvant.

Ces prismes, qui sont souvent entiers, présentent quelquefois des troncatures sur les arêtes b.

Si les faces résultantes s'accroissent, et si les arêtes h se modifient aussi par troncature, on arrive aux formes plus ou moins aplaties suivant le petit axe, mais bien allongées suivant le grand.

[1] Widman, *Soc. chim. Paris.* 28, 512 (1877).
[2] Faust und Saame, *Ann. der Chem. und Phar.* 160, 66.

Ces formes s'associent pour donner des macles remarquables par leur grosseur et la netteté des cristaux qui appartiennent à tous les degrés de la série des formes dérivées dont quelques-unes sont représentées ci-dessous :



L'analyse de ce corps m'a donné :

Calculé pour $C_{10}H_6Cl_2Cl_4$		Trouvé.	
C.	35,39 %	35,03 %	—
H.	1,77 »	1,83 »	—
Cl.	62,83 »	—	62,85

Quant au *B tétrachlorure de naphtaline α bichlorée*, ce n'est pas un produit simple comme le dit Widman (loc. cit.) mais un simple mélange du dérivé A, de naphtaline bichlorée non transformée et de naphtaline tétrachlorée. J'ai réussi à séparer ces corps, qui se dissolvent les uns dans les autres, par cristallisation fractionnée, à froid ou à chaud.

Le produit le plus important de ce mélange est la

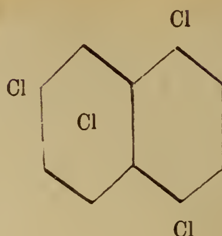
Naphtaline tetrachlorée, $C_{10}H_4Cl_4$, qui fond à 130°. Nous avons déjà vu qu'elle constitue presque exclusivement le produit de l'action du chlore sur la bichlornaphtaline, à 100°. Elle cristallise de la ligroïne ou de l'alcool encore chaud en grosses aiguilles jaunâtres, prismatiques, souvent très longues. Recristallisée elle est parfaitement blanche.

Si, avant de la laisser cristalliser, on évapore la ligroïne ou l'alcool, elle se sépare difficilement des autres dérivés chlorés, et ne cristallise alors qu'après un assez long repos (plusieurs semaines et même plusieurs mois, suivant la quantité qui se trouve dans le mélange). Quand elle est purifiée par l'alcool bouillant dans lequel elle est très soluble, elle a souvent l'aspect d'aiguilles cotonneuses. Widman[1] l'a préparée en décomposant le tétrachlorure de naphtaline bichlorée α au moyen de la potasse alcoolique.

Faust et Saame[2] et Widman au moyen du tétrachlorure du dérivé β-bichloré et de la potasse alcool. Widman l'obtint encore au moyen du bichlorure de la naphtaline trichlorée β. Comme en outre elle donne par oxydation de l'acide bichlorphtalique (oxydation que j'ai répétée mais en tubes fermés), les auteurs lui attribuèrent deux atomes de chlore dans un noyau, dans la position $\alpha_1-\alpha_2$, comme dans la naphtaline β-bichlorée, et deux dans l'autre noyau, comme dans le dérivé α. Sa formule serait donc

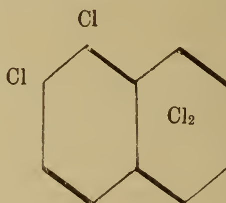
[1] Widman, *Om Naftalins Klorforeningar*. Akademisk Afhandling. Upsala, 1877. — *Soc. chim. Paris*. 28, 512 (1877).

[2] Faust und Saame, *Ann. chem. Phar*. 160, 65 (1871). *Zeitschrift für Chem*. NF. 5, 705 (1869).



Mais le produit appelé tétrachlorure de naphtaline β bichlorée est très probablement le tétrachlorure du dérivé α (voir 2me partie).

Il n'y a donc de sûr encore dans cette formule que la position de deux atomes de chlore; ceux qui se trouvent dans la naphtaline bichlorée α_1 l'oxydation prouve en outre que chaque noyau contient deux atomes de chlore. Le schéma se réduit donc à



Dans l'oxydation de ce corps j'ai obtenu un dérivé nitré. J'ai essayé de le purifier dans l'acide acétique. Le point de fusion d'abord fixé à 103-105°, descendit à 93-95°, pour osciller entre 83-90°. J'en fis alors une détermination de chlore qui me donna 51,15 % au lieu de 45,80 % qu'exigerait un dérivé seulement mononitré, et de 53,38 % qui correspond au chlore contenu dans une naphtaline tétrachlorée.

La majeure partie de ce dérivé jaune est donc le corps

tétrachloré non attaqué, qui cristallise avec persistance en compagnie d'une très faible quantité du dérivé nitré qui colore les aiguilles en jaune d'or.

La naphtaline tétrachlorée est insoluble dans l'eau, l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendu ; celui-ci, concentré, la dissout avec coloration brun jaune. Elle est d'autant plus attaquée par l'acide nitrique qu'il est plus concentré. Les alcools amylique et éthylique la dissolvent peu à froid, beaucoup à chaud. Elle disparaît presque instantanément dans l'éther, le benzol, le chloroforme, le sulfure de carbone, etc.

Cristallisée dans le benzol, elle présente sous le microscope des prismes, maclés deux à deux, ou isolés, terminés par des faces inclinées. Ce sont donc des prismes obliques ou biobliques. J'ai encore obtenu ce corps dans la chloruration à —19°, mais il était mélangé avec beaucoup de tétrachlorure de naphtaline α bichlorée. Ces deux corps cristallisent ensemble dans l'alcool dans lequel ils semblent se dissoudre dans les mêmes proportions. J'avais obtenu ainsi des corps qui semblaient purs, l'un fondant à 90°, l'autre à 172°.5, et tous deux cristallisés en aiguilles. Mais l'analyse me donna toujours de 61 à 63 °/₀ de chlore. Je ne réussis à les séparer qu'avec le chloroforme qui laissa très bien cristalliser, et en premier lieu du tétrachlorure de naphtaline α bichlorée (F. 172°).

La chloruration à 20° donne les mêmes produits, mais les quantités changent. A 150°, j'obtins, par l'action du chlore sur la bichlornaphtaline α, un produit solide dans l'alcool chaud, d'où il se déposait sous forme d'huile. Celle-ci distille à 285-300° et après deux ou trois opérations, à 285-290°. Il se forme en même temps de petites quantités d'autres corps, dont les points de fusion changent constamment, de 45°, à 80°, à 110°, à 162°, etc.

Ce sont évidemment des mélanges de naphtalines bi, tétra, et probablement hexachlorées.

La matière huileuse, qui forme la majeure partie du produit, et qui distille à 285-290°, n'est que de la bichlornaphtaline α non transformée. En effet, après être restée liquide pendant plus de 3 mois, elle cristallisa tout à coup, après ouverture du flacon, et présenta dès lors toutes les propriétés du corps mis en expérience.

Elle fondait entre les doigts, ce qui suffit pour caractériser la naphtaline bichlorée α, (point de fusion 36—37°) et distillait à 285-290° ($C_{10}H_6Cl_2\alpha$. Dist. 281-283°, Faust et Saame, 286°-287°. Krafft et Becker).

La détermination du chlore m'a donné :

Calculé pour	Trouvé.	
$C_{10}H_6Cl_2$	I	II
36,04 %	37,41	37,59 %

Ce corps renfermait donc encore un peu de dérivé plus profondément substitué, ce qui explique cette surfusion et cette cristallisation spontanée et tardive.

On voit d'après ces faits à quoi se résout ce *B tétrachlorure de naphtaline α bichlorée.* Ce n'est qu'un mélange de plusieurs naphtalines chlorées, substituées à divers degrés. Le chlorure qui fond à 172°, n'a donc plus besoin de la lettre A pour être distingué.

Il est à remarquer que le tétrachlorure de l'α chlornaphtaline a été obtenu directement par l'action du chlore sur la naphtaline fondue [1], et sur la α chlornaphtaline [2] ; il en résulte que le chlore doit pouvoir former par action directe la naphtaline α monochlorée.

[1] Faust und Saame, *Ann. chem. Phar.* 160, 67.

[2] Widman, loc. cit.

D'un autre côté, Widman[1] a obtenu la naphtaline β bichlorée par l'action du chlore sur la monochlornaphtaline (il en serait probablement de même de l'α, en partant de l'α chlornaphtaline), enfin l'hexachlornaphtaline provient de l'action du chlore à la chaleur sur la trichlornaphtaline[2].

Nous voyons ainsi que beaucoup et peut-être tous les dérivés de la naphtaline chlorés par substitution sont susceptibles de se former par l'action directe du chlore sur la naphtaline sous certaines conditions de température, et que la difficulté de leur préparation consiste à diriger cette chloruration et à en séparer les produits.

Action de la chaleur sur le tétrachlorure de naphtaline (F. 182°).

Krafft et Becker[3], en maintenant à l'ébullition ce chlorure obtinrent suivant le temps et la rapidité de l'action. soit de la naphtaline bichlorée β, soit un mélange des dérivés α et β. Ce résultat, confirmé par Widman[4] a conduit à cette erreur, que le même tétrachlorure de naphtaline β bichlorée pouvait être obtenu par les deux naphtalines bichlorées isomères, α et β.

Or je n'ai jamais obtenu trace du dérivé β, en traitant de cette manière le tétrachlorure indiqué.

Mais si l'on veut opérer sur ce qui reste dans la cornue après l'ébullition, on obtient des corps difficiles à

[1] Om naftalins Klorforningar. *Akademisk Afhandling* Upsala, 1877, p. 42.
[2] Laurent.
[3] Krafft und Becker, *Deutsche chem. Ges.* 9, 1088 (1876).
[4] Oskar Widman, *Deutsche chem. Ges.* 15 B, 2760 (1882).

séparer, et qui se cristallisent les uns avec les autres « avec acharnement » s'il est permis de s'exprimer ainsi.

La majeure partie du produit est constituée par une bichlornaphtaline isomère, dont les propriétés répondent à celles du dérivé δ. Il faut la faire cristalliser bien des fois, pour peu que le produit contienne quelque trace du dérivé α, qui m'a semblé se former aussi, mais en quantités toujours inappréciables. Il est probable que ce ne sont que des impuretés.

Toute la masse se solidifie de 55 à 40° par refroidissement, en donnant des aiguilles qui retiennent un liquide jaune brun. Ces aiguilles purifiées fondent à 116-118°.

La partie liquide laisse déposer un corps cristallin, qui est un mélange et dont le point de fusion monte graduellement, par purification dans l'alcool, de 93° à 118°,5.

On obtient ce dérivé δ plus facilement et directement assez pur, en maintenant le tétrachlorure à l'ébullition, tant qu'il se dégage des vapeurs d'acide chlorhydrique, puis en distillant le produit.

J'ai obtenu ainsi environ 25 % de naphtaline bichlorée δ, suffisamment pure.

Il est curieux que les auteurs cités plus haut ne l'aient point remarquée, car elle cristallise en lamelles irisées très caractéristiques, qui sont, il est vrai, masquées dans le produit impur par les autres matières de décomposition du tétrachlorure. Ces impuretés se déposent sous forme d'huile, en troublant le liquide : les effets de lumière produits par ces minces lamelles en suspension au sein du liquide sont ainsi détruits.

Lorsqu'il ne distille plus de naphtaline bichlorée δ, si l'on continue à chauffer, jusqu'à ramollissement du verre

il passe de nouveau un produit, mais qui est jaune, très lourd, dont la vapeur coule comme un liquide, et qui se condense sous forme d'une poussière jaune, amorphe même sous le microscope, fondant à 80° environ.

Le résidu, dans la cornue, épuisé par l'éther, donne encore de ce produit jaune, en solution fortement fluorescente en vert.

Il est préférable de faire cette dernière opération avant de chauffer trop fort, dès que le dérivé δ ne passe plus; on supprime ainsi la carbonisation d'une partie du produit.

Pour éviter de trop grandes pertes d'éther, on peut épuiser la masse par le sulfure de carbone. Il se dissout alors, outre ce produit, des matières goudronneuses, qui donnent une solution brun noir.

On distille le CS_2, et on épuise le résidu par l'éther, ce qui se fait alors très facilement.

La substance obtenue ainsi est déjà très pure. C'est du *trinaphtyle tétrachloré* (voir 2me partie).

D'après ce que je viens de dire à propos de la naphtaline β, qui serait en réalité un mélange de δ et de α, il est facile de s'expliquer la formation du tétrachlorure de naphtaline bichlorée β par les dérivés bichlorés β et α, indifféremment. Puisque ce β ne serait qu'un mélange; ce n'est donc qu'un dérivé de l'isomère α, ce qui ressort du reste clairement de la comparaison du point de fusion qui est le même pour les deux dérivés α et β, soit 172°; de la manière de se comporter avec la potasse alcoolique et aussi de la comparaison de la forme cristalline, par M. Topsoë[1] qui en avait conclu à l'identité ou à l'isomorphisme de ces combinaisons.

[1] O. Widman, *Bull. Soc. chim. Paris.* 28, 506.

Ainsi disparaît l'anomalie signalée par Widman, et la formule ordinaire de la naphtaline, de MM. Græbe et Erlenmeyer reprend alors le premier rang dans l'application de la constitution des dérivés de cet hydrocarbure.

C'est encore de cette manière que l'on peut expliquer pourquoi Atterberg[1] obtint un acide bichloré fondant à 185-186° par oxydation de la naphtaline bichlorée β. Il dit que cet acide est vraisemblablement le même que celui obtenu par le tétrachlorure de naphtaline α bichlorée !

Il en est de même du fait que la naphtaline tétrachlorée α a été obtenue par le tétrachlorure de naphtaline α et β bichlorée!

Il y a sans doute là une confusion amenée par le point de fusion d'une matière impure qui se trouva coïncider avec celui de la naphtaline bichlorée β.

Il serait donc intéressant de répéter ces expériences, mais en partant d'une naphtaline β bichlorée, qui ne put laisser aucun doute sur son existence manifestement distincte de celle du dérivé α, par exemple celle obtenue par les dérivés nitrés ou sulfonés de naphtaline.

Constitution de la naphtaline α bichlorée.

Dans le but d'arriver à la détermination de la position des deux atomes de chlore dans l'acide bichlorphtalique, et du même coup dans la bichlornaphtaline α, j'ai fait différents essais qui ne m'ont pas conduit aux résultats désirés,

Ainsi en distillant l'acide bichlorphtalique avec de la chaux, en excès ou non, j'ai obtenu du benzol, ainsi qu'un peu de phénol, probablement chloré, mais en trop petite quantité pour qu'il soit possible d'en faire l'analyse.

[1] Atterberg, *Deutsche chem. Ges.* 10, 547.

En distillant le sel de chaux, lentement, j'ai reçu un corps, sublimé dans le col de la cornue, qui, cristallisé dans l'alcool, se présente en grandes lamelles d'un jaune brun. Elles fondent à 219°-225°. Insolubles dans l'eau froide ou chaude, elles se dissolvent dans les alcalis. C'est probablement un acide benzoïque chloré ou hydroxylé.

Il cristallise en même temps un corps granulé, jaune, fondant à 235-236°.

J'ai chauffé l'acide bichlorphtalique en tubes scellés, pendant 5 ou 6 heures à 225-230°, avec de la potasse et de l'alcool tous deux en excès. Tout le contenu du tube, qui était solide, fut repris par l'eau chaude et évaporé plusieurs fois pour faire déposer la silice gélatineuse provenant de l'attaque du verre par la potasse. En évaporant une dernière fois avec de l'acide chlorhydrique et reprenant l'acide mis en liberté par l'alcool, j'obtins par évaporation du dissolvant, sous l'exsiccateur, des croûtes et des pellicules brunes à poussière blanche, qui se déposèrent sur le pourtour du vase.

Ce corps fond à 170° en se décomposant et en noircissant, ce qui tend à prouver que c'est bien un acide hydroxylé. Cependant il y reste encore du chlore qui provient peut-être de l'acide bichlorphtalique non décomposé et difficile à séparer du corps hydroxylé.

L'analyse m'a donné 5,86 % de chlore, tandis qu'un acide hydroxylé et monochloré seulement, en exigerait déjà 16,39 %; il y a moins d'une molécule de chlore, lequel n'entre donc dans le produit qu'à l'état d'impureté.

D'un autre côté, la combustion me donna 52,52 % de carbone et 3,80 % d'hydrogène, tandis qu'un acide bihydroxylphtalique demanderait 48,48 % de C. et 3,03 % de H.

Ce corps est soluble dans les alcalis; la solution ammoniacale se colore en rose rouge par un acide.

Il est soluble dans l'eau, l'alcool et la plupart des autres dissolvants.

Évaporée sur une plaque de verre, sa solution benzique présente de curieuses cristallisations, en feuilles capricieuses, en rosaces irrégulières qui s'enchevêtrent et donnent naissance à des arabesques bizarres et aux dessins les plus variés. Dans l'eau cette cristallisation est plus confuse.

Enfin il me restait à essayer la transformation de l'acide bichlorphtalique en bichloranthraquinone $C_{14}H_6Cl_2O_2$. Une seule est connue actuellement, c'est celle trouvée par MM. Græbe et Liebermann[1] et étudiée par M. Kircher[2] qui lui attribue un point de fusion situé à 261°.

J'ai suivi dans ce but la méthode de préparation de la bibromanthraquinone par M. Pechman[3].

J'ai d'abord préparé l'acide *bichlorbenzoylbenzoïque*, en ajoutant 1,5 partie de chlorure d'aluminium à 1 partie d'anhydride bichlorphtalique dissous dans 5-6 p. de benzol desséché avec le sodium. Le tout fut chauffé doucement au bain-marie jusqu'à cessation de dégagement de HCl.

Après distillation du benzol la masse fut traitée par l'eau bouillante additionnée d'acide chlorhydrique jusqu'à ce que le liquide filtré eût cessé de se colorer. Il resta sur le filtre une matière noire ressemblant à des impuretés. Elle fut dissoute dans le benzol bouillant qui laissa après évaporation l'acide *bichlorbenzoylbenzoïque*, en masse

[1] Græbe et Liebermann, *Ann. der chem. Phar.* Spl. 7, 290.
[2] George Kircher, Thèse pour le doctorat. Münich, 1885.
[3] Pechman, *Deutsche chem. Ges.* 12 B, 2127.

noire brunâtre, avec poussière plus claire et fondant à 56-61°.

Cet acide fut chauffé avec vingt fois son poids d'acide sulfurique concentré et pur, pendant dix minutes à 180°. Après refroidissement le liquide noir formé fut versé dans l'eau et mis au repos. Le tout porté sur un filtre fut lavé à l'eau bouillante tant que le liquide passa coloré. L'anthraquinone dichlorée fut ensuite dissoute sur le filtre par le toluol ou l'alcool bouillant d'où l'eau précipita un corps en petits flocons jaune brun, qui au microscope parurent visiblement cristallins, mais la forme ne put en être déterminée.

La *bichloranthraquinone* fond à 158°, tandis que celle de Græbe et Liebermann fond à 261°.

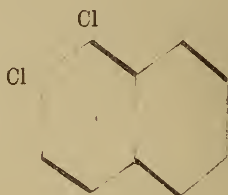
C'est donc une quinone nouvelle qui ne peut servir à déterminer la constitution de l'acide bichlorphtalique et de la naphtaline α bichlorée.

Cette détermination peut cependant être faite indirectement; voici comment :

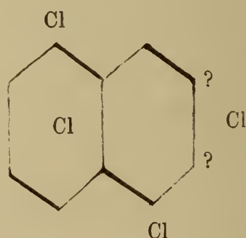
La formule actuelle admet un atome de chlore en β, et un autre atome de chlore dans le même noyau, non détruit par l'oxydation.

D'un autre côté, la naphtaline bichlorée δ possède un atome de chlore en α, dans le noyau non détruit par l'oxydation. Or ce corps est produit par la distillation sèche du tétrachlorure de naphtaline. Il est donc logique d'admettre que dans la distillation du tétrachlorure de naphtaline bichlorée α, un atome de chlore va encore se reporter sur cette place α_1. Or si elle n'était pas occupée, il y aurait trois atomes de chlore dans le même noyau et l'oxydation donnerait un acide trichlorphtalique, ce qui n'est pas le cas. La place étant donc occupée, le chlore reste dans le noyau qu'il occupait avant la décomposition

et prend la position α_2, analogue à α_1. Comme on ne peut pas non plus admettre que le chlore de la naphtaline α bichlorée qui se trouve en β soit chassé, il en résulte que les atomes de chlore dans ce corps sont dans la position ortho, α_1, β_1.



Comme preuve se présente le fait que j'ai obtenu la naphtaline tétrachlorée δ (F 141°) par distillation du tétrachlorure de naphtaline α bichlorée (F 172°). Elle a la forme suivante d'après Atterberg et Widmann.



Nous voyons donc que les atomes de chlore en $\alpha_1 = \beta$ sont ceux de la naphtaline bichlorée δ, et que le deuxième chlore du premier noyau est celui de la naphtaline α bichlorée il est donc en β_1.

On pourrait peut-être dire que ce chlore peut se trouver β_2, donc dans la position para. Mais si l'on admet une certaine régularité dans la variation des propriétés des divers isomères bichlorés de la naphtaline, et leur modifi-

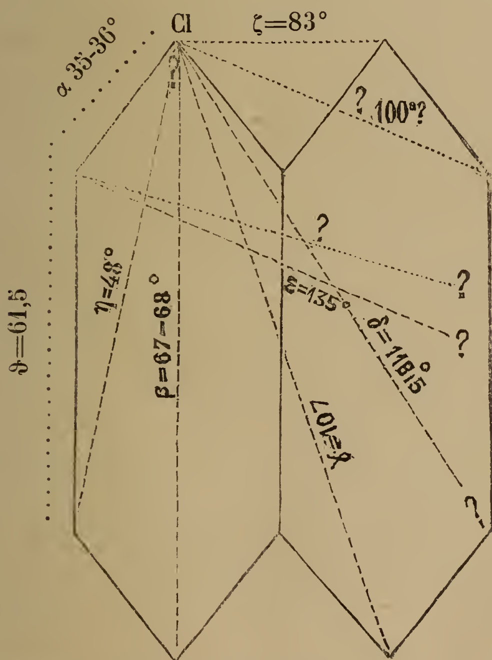
cation graduelle, on voit que la position ortho seule est probable. Ainsi on connaît sûrement les dérivés.

$$\beta\ (\alpha_1 - \alpha_2)\ \text{F}\ 67\text{-}68°.$$
$$\zeta\ (\alpha_1 = \alpha_1)\ \text{F}\ 83°.$$
$$\gamma\ (\alpha_1 - \alpha_2)\ \text{F}\ 107°.$$

Si l'on y ajoute le dérivé δ, $\alpha_1 = \beta$ F 118° et l'isomère η qui a probablement un atome de chlore en α (tableau de Reverdin et Nölting), on voit que, un atome de chlore restant en α_1, les points de fusion montent à mesure que le deuxième atome de chlore s'en éloigne.

Le dérivé α, qui fond à 35-36° doit être le premier terme de cette série.

Voici un schéma qui résume cette idée :



J'ai mis dans ce schéma le dérivé θ, bien qu'on ne sache pas même de lui si les deux atomes de chlore sont oui ou non dans le même noyau. Mais d'après la figure on voit qu'ils ne peuvent être dans deux noyaux séparés, puisque le dérivé ζ qui a le point de fusion 83° est celui où les atomes de chlore sont le plus rapprochés, quoique dans deux noyaux différents. Il ne reste donc plus pour cet isomère que les positions $\alpha_1-\beta$. et $\beta_1-\beta_2$, dans le même noyau. Or, le dérivé η possède vraisemblablement un atome de chlore en α_1 (Reverdin et Nölting), donc l'isomère θ serait un dérivé ortho, en $\beta_1\beta_2$.

On voit en conséquence que si l'on connaissait les liaisons des dérivés δ et ε dans le deuxième noyau, on pourrait déjà prévoir les points de fusion des deux dérivés qui restent à connaître; mais on peut présumer qu'ils se trouveront supérieurs à 83°.

La position $\alpha_1=\beta_2$ étant extrême, 118° doit être le maximum des points de fusion des dérivés bichlorés dont un atome de chlore est en α. Or, il y a 11° de différence avec 107°, et 35 avec 83°. Donc si le dérivé δ et $\alpha_1=\beta_2$, le dérivé $\alpha_1=\beta_1$ doit avoir un point de fusion peu éloigné de 100°. Si ce dérivé $\alpha_1=\beta_1$ était le δ, dont le point de fusion est 118°, il y aurait 35°,5 de différence avec le dérivé ζ, 83°, et seulement 11,5 avec le dérivé γ, 107; et comme il devrait s'intercaler un autre dérivé pour prendre la position $\alpha_1=\beta_2$, ces trois isomères auraient des points de fusion qui ne différeraient que de 5 ou 6°. Le dérivé δ, 118,5 ne peut donc avoir que la position $\alpha_1=\beta_2$. On obtient ainsi des différences assez constantes entre les divers points de fusion.

	1er noyau.		Différence.
α.	$\alpha_1-\beta_1$	35—36°	12,5
γ.	$\alpha_1-\beta_2$	48	
β.	$\alpha_1-\alpha_1$	67—68°	19,5

	2me noyau.		Différence.
ξ.	$\alpha_1=\alpha_1$	83°	17°
?.	$\alpha_1=\beta_1$	100° ?	
δ.	$\alpha_1=\beta_2$	118°,5	18°,5
γ.	$\alpha_1=\alpha_2$	107	11°,5

Quant au dernier dérivé, $\beta=\beta$, on n'en peut rien dire, la position d'un chlore de l'ε (135°) qui est connu ($\varepsilon=135°$) n'étant pas assez déterminée.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Richard Bonz. Synthèse de l'acide thiophène dicarbonique. (*Berichte*, XVIII, p. 2305. Zurich.)

Si on traite le bibrombenzol par l'éther chloroxycarbonique et l'amalgame de sodium on obtient de l'acide téréphtalique et en traitant de même le dibromthiophène, l'auteur a réussi à isoler de l'acide β thiophénique qu'on sublime, et du résidu de la sublimation l'acide thiophène dicarbonique, poudre cristalline qui fond à une haute température et dont l'éther diméthylique fond à 145°,5; il est donc identique à l'acide déjà obtenu par Jaekel et Messinger.

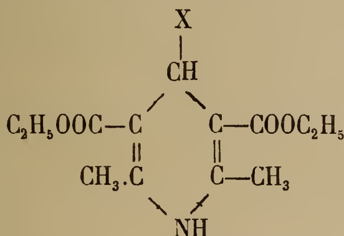
Richard Bonz. Action du brome sur les acides α et β thiophéniques. (*Berichte,* XVIII, p. 2308. Zurich.)

En bromant l'ac. thiophénique α Peter a obtenu un acide bibromé fusible à 209-211, tandis que l'acide bibromé β fond suivant Bonz à 220-222, mais les réactions que donnent ces deux dérivés, et les propriétés de leurs sels et de leurs éthers sont tellement semblables, qu'il est probable que ces deux corps sont identiques et non pas isomères, les chlorures des acides bibromés fondent l'α à 39°,5, le β à 35°,5; l'amide β fond vers 165°,5, l'amide α fond vers 167°. L'éther méthylique de l'acide bibrom β thiophénique fond à 80°, son isomère α fond à 80°,5, mais les acides obtenus par saponification de ces éthers fondent tous deux vers 220°, quand cependant l'acide α primitif fondait vers 210°. V. Meyer, l'instigateur

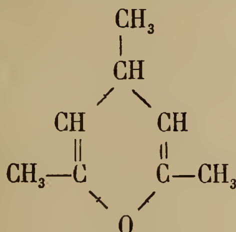
de ces recherches remarque à ce propos : ou que l'isomérie des deux acides thiophéniques est seulement physique, où que cette identité de propriétés des dérivés est une rare anomalie due au hasard, ce qui paraît peu probable ou enfin que l'ac. α renferme quelque impureté dont il n'a pu être débarrassé jusqu'à présent, mais est réellement identique à l'acide β.

A. Hantzsch. Constitution des dérivés synthétiques de l'hydropyridine. (*Berichte*, XVIII, p. 2579. Zurich.)

On sait que par l'action de NH_3 sur 2 molécules d'éther acétacétique et une molécule d'une aldéhyde on obtient des substances condensées qui ne diffèrent des dérivés de la pyridine que par 2 H qu'ils ont en plus. Ces corps ont cependant des propriétés toutes autres. Les recherches de Kuckert et de l'auteur ont montré que ces substances renfermaient le groupe NH et devaient avoir pour constitution



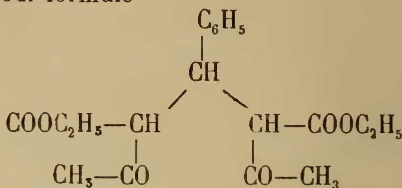
On pouvait dès lors croire que le corps $C_8H_{12}O$, qui se forme à côté d'hydrocollidine $C_8H_{13}N$, quand on traite par HCl l'éther dicarbonique de l'hydrocollidine, aurait la formule



Mais l'expérience a montré qu'il réagit avec la phenyl-

hydrazine et l'hydroxylamine en donnant une oximide $C_8H_{12}NOH$ fusible à 76°. Par conséquent c'est une kétone et non pas un oxyde comme l'oxyde d'éthylène.

Un autre corps peut se former par l'action d'une amine sur l'éther acétacétique et la benzaldéhyde a la formule $C_{19}H_{24}O_6$; il fond vers 152° et ne renferme point d'azote, quoique une amine soit nécessaire à sa préparation, il a évidemment pour formule



en même temps que cet éther diacétique du benzylidène, il se forme un corps $C_{19}H_{22}O_5$ fusible vers 87°, qui s'est formé suivant la réaction $C_7H_6O+2C_6H_{10}O_3=2H_2O+C_{19}H_{22}O_5$ ou plutôt $C_{19}H_{22}O_4NCH_3+H_2O=C_{19}H_{22}O_5+H_2NCH_3$, car on retrouve toujours l'amine nécessaire à sa formation sous forme de chlorhydrate. L'ammoniaque ne transforme pas ce corps oxygéné en dérivé de l'hydropyridine.

BOTANIQUE

C. Schrœter, professeur au Polytechnicum de Zurich, Der Bambus, etc. Le Bambou et son utilisation. (*Neujahrsblatt herausgeg. von der Naturforsch. Ges. auf das Jahr 1886.* Zurich).

Suivant un usage qui date de la fin du siècle dernier, la Société des sciences naturelles de Zurich publie chaque année, à l'époque du nouvel an, un travail dû à la plume de l'un de ses membres. Au début, ces « Neujahrsblätter » étaient spécialement destinées à la jeunesse zurichoise; l'auteur s'adressait d'un ton paternel à ses jeunes amis pour leur recommander l'étude des merveilles de la nature. Mais peu à peu cette ancienne coutume se modifia; avec l'accroissement rapide de la population disparurent les mœurs patriarcales; bref, les

« Neujahrsblätter » prirent de plus en plus un caractère scientifique sérieux. C'est sous cette forme que parurent quelques-uns des plus beaux travaux de Heer, tels que la *Flore des habitations lacustres* et le mémoire sur *les limites supérieures de la vie animale et végétale dans les Alpes suisses.*

La série des « Neujahrsblätter » s'enrichit cette année d'un très intéressant travail sur les bambous, considérés surtout au point de vue économique et industriel. L'auteur, M. le prof. Carl Schröter, traite d'abord des caractères anatomiques et physiologiques généraux de ces graminées géantes, expose ensuite leur classification botanique et leur distribution géographique, puis montre comment « le bambou » est pour les habitants des contrées tropicales une plante d'un emploi universel et une source inépuisable de matériaux précieux.

M. Schröter réunit, sous le nom collectif de « bambou, » un grand nombre de formes différentes, appartenant à 22 genres et 171 espèces, constituant une sous-famille des graminées. Leurs formes gracieuses et élancées, leurs troncs ramifiés, à courts entre-nœuds, chargés d'une riche couronne de feuilles lancéolées, leurs gros rhizomes souterrains en font un type très particulier, qui tient à la fois des palmiers, des graminées herbacées et des arbres dicotylédonés.

La croissance excessivement rapide des bambous est bien connue. En quelques mois, la tige atteint sa hauteur (100 pieds et plus, chez quelques espèces), comme aussi son épaisseur définitive; les années suivantes sont consacrées uniquement au développement de la ramification. Mais ces arbres élevés sont, comme les humbles graminées de nos prairies, soumis à une loi physiologique qui limite leur croissance : la tige ne fleurit qu'une fois, puis se dessèche, et le développement ultérieur de la plante est dévolu au rhizome souterrain.

Il est des espèces qui ne fleurissent et fructifient qu'au bout d'un grand nombre d'années; parfois un demi-siècle s'écoule avant que la tige arrive à produire autre chose que des feuilles. Humboldt raconte que le botaniste Mutis parcourut pendant vingt ans la Nouvelle-Grenade, où une espèce de bambou, le *Guadua angustifolia* Kth, forme d'immenses forêts marécageuses, sans pouvoir se procurer *une seule fleur* de cet arbre. Nous savons en revanche, par les récits d'autres

voyageurs, que dans l'Inde, en certaines années où les conditions météorologiques sont particulièrement favorables, les bambous jeunes et vieux se mettent à fleurir sur de vastes étendues. On possède même des observations semblables pour les espèces cultivées en Europe; ainsi, en 1868, tous les individus d'*Arundinaria japonica* Sieb. et Zucc. des jardins de Paris, Sceaux, Marseille, etc., fructifièrent, et l'on eut grand'peine à conserver les plantes épuisées. En 1812, une de ces floraisons générales des bambous de l'Inde fut une vraie bénédiction pour les populations; la famine régnait alors dans le pays, et les fruits vinrent juste à point pour fournir une nourriture précieuse aux habitants.

Passons à la distribution géographique des bambous. Un premier fait important est la séparation presque complète des espèces du Nouveau et de l'Ancien monde. Seul, le *Bambusa vulgaris* Wendl. se trouve dans les deux continents, mais il a été probablement importé d'Asie en Amérique.

Le Nouveau Monde possède 80 espèces différentes de bambous, qui occupent principalement les parties centrales et tropicales de l'Amérique. Quelques-unes d'entre elles, ainsi le *Chusquea andina*, forment dans les Andes des fourrés épais jusqu'à la limite des neiges éternelles. De même, certaines espèces asiatiques du genre *Arundinaria* s'élèvent très haut sur les flancs de l'Himalaya. Le vrai pays des bambous, c'est l'Inde, qui ne renferme pas moins de 56 espèces, sur les 91 du continent asiatique. En Afrique, ces végétaux semblent moins répandus; ils manquent complètement à l'Europe et à l'Australie.

Au point de vue économique et industriel, « le bambou » est un végétal unique en son genre. « Il existe certainement « peu de plantes qui réunissent en elles un nombre aussi « considérable de propriétés utilisables pour l'homme. » — M. Schröter nous le prouve par une description fort captivante de la manière dont les peuples des tropiques savent en tirer parti. Ce sont surtout les Japonais et les Chinois, puis, en seconde ligne, les habitants de l'Inde et de l'Archipel malais, qui ont poussé l'industrie du bambou jusqu'à un degré extrême. En Amérique, les graminées géantes sont détrônées dans l'économie domestique par les palmiers.

La tige du bambou réunit en elle la solidité et la légèreté; son bois est si dur, si incrusté de silice, qu'il est absolument incorruptible; sa surface offre un poli naturel parfait; c'est le bois de construction par excellence des Chinois et des Japonais. En outre, la tige du bambou est creuse, comme celle de nos graminées herbacées; elle est seulement cloisonnée à intervalles réguliers. Perçons ces parois transversales, et nous obtenons un tuyau, une conduite, un aqueduc. Divisons la tige en courts tronçons, mais en laissant subsister les cloisons : nous avons des vases ou des récipients de toutes les grandeurs.

Les fibres longitudinales de la tige offrent un parallélisme si parfait, que le bois se laisse diviser sans difficulté en lattes ou même en lamelles de l'épaisseur d'une feuille de papier. Cette faculté de se fendre aisément entraîne d'autre part un désagrément assez sérieux : il est impossible de relier des bambous entre eux au moyen de clous; on doit avoir recours à des cordes de rotans ou à d'autres artifices ingénieux figurés dans la planche qui accompagne le mémoire de M. Schröter.

Entrons dans la maison japonaise; partout nous retrouvons le bambou : sous forme de meubles, ustensiles de cuisine, stores, nattes, corbeilles, boîtes, papier, etc., etc. Les jeunes pousses fournissent un mets excellent, comparable à nos asperges, mais plus nutritif encore; les fruits de certaines espèces servent également de nourriture. Enfin, le bambou sert à fabriquer des instruments de musique plus ou moins primitifs, des vêtements, des parasols, des armes de toute nature: lances, arcs, flèches, etc.; il entre même dans la composition d'un téléphone original dont se servent les troupes coloniales hollandaises. — Mais cette énumération rapide ne donnera qu'une légère idée de tout ce qu'on peut faire avec un bambou. A tous ceux qui s'intéressent au genre de vie des peuples de l'Asie tropicale, nous recommandons vivement la lecture du mémoire de M. Schröter.

Il est naturel qu'on ait pensé à introduire en Europe ces plantes providentielles. Certaines espèces supportent très bien notre climat, et il se pourrait que, dans un avenir plus ou moins éloigné, la culture du bambou prît dans nos régions tempérées un développement inattendu. Dans le midi de la

France (département des Basses-Pyrénées), on a fait déjà avec succès des plantations en grand; au bout de cinq ans, elles rapportaient le 13 %, un joli revenu pour notre époque! A Nîmes, le *Bambusa violascens* est cultivé également sur une grande échelle et fournit un matériel excellent pour la fabrication de meubles légers.

Même en Suisse, sous le climat assez rude de Zurich, une espèce de bambou prospère admirablement. Il existe dans le jardin de M. Landolt, à Schlieren, un beau groupe de *Phyllostachys nigra*, dont les tiges atteignent 18 pieds de haut et supportent parfaitement, sans abri, les froids de l'hiver.

Peut-être verrons-nous donc un jour s'accomplir la prophétie du baron Jules Cloquet : Le bambou sera pour l'industrie européenne ce qu'est la pomme de terre pour l'alimentation [1]. J. D.

Richesse de la flore des montagnes du Yun-nan.

On découvre encore dans le monde des régions d'une richesse florale inattendue. M. l'abbé Delavay étant parvenu aux montagnes de la province de Yun-nan, qui sont dans la prolongation de l'Himalaya au sud-ouest de la Chine, il y a trouvé réunies vingt espèces de *Primula*, dont seize nouvelles, décrites par M. Franchet, dans le Bulletin de la Société botanique de France (1885, p. 284). Il paraît que les genres *Saxifraga*, *Gentiana*, *Pedicularis* et *Cyananthus*, sont aussi très riches en espèces nouvelles. Du reste les herborisations du P. David au nord-ouest de la Chine avaient fait pressentir que le côté oriental de l'Himalaya est pourvu d'une flore aussi variée que la partie centrale explorée par les botanistes anglais.

[1] Les personnes qui désireraient des renseignements sur la culture des bambous feront bien de consulter, outre le mémoire de M. Schröter, une série d'articles de MM. Auguste Rivière, jardinier en chef du Luxembourg, à Paris, et Charles Rivière, directeur du jardin d'essai à Hamma (Alger), publiés dans le *Bulletin de la Société d'acclimatation*, en avril 1878 et mois suivants (Note de la Rédaction).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 21 janvier 1886.

Arthur Achard. Rapport annuel.

M. Arthur ACHARD, président sortant de charge, lit son rapport sur la marche de la Société pendant l'année 1885.

Séance du 4 février.

Marc Thury. Le cyclostat. — Dr Gosse. Insensibilité cataleptique produite par la contraction des muscles. — Alph. de Candolle. Flore pittoresque de la France. — Chaix, W. Marcet. Observations météorologiques dans la vallée du Nil. — R. Gautier. Invention du perce-carte — Fol. Recueil zoologique suisse.

M. le prof. Marc THURY décrit un nouvel instrument d'optique destiné à permettre l'observation des objets animés d'un mouvement de rotation rapide et qu'il propose d'appeler le *cyclostat* [1].

M. le Dr GOSSE a fait sur lui-même des expériences qui démontrent que la contraction d'un muscle amenant avec elle la contraction des nerfs et des vaisseaux sanguins qui y aboutissent, produit l'*insensibilité cataleptique.*

[1] Voir la notice publiée sur ce sujet par M. Thury. *Archives*, 1886, tome XV, p. 141.

M. Gosse fait devant l'assemblée une expérience fort simple que chacun peut répéter facilement sur lui-même. En pressant fortement un objet dans la main, on détermine une forte compression correspondante dans le muscle de l'avant-bras. Lorsque celle-ci a été prolongée pendant deux minutes et plus, la peau devient blanche, exsangue et en même temps insensible. En y pratiquant des piqûres d'aiguille, qui, dans l'état normal, eussent produit une vive douleur accompagnée d'écoulement sanguin, on n'obtient ni sensation ni apparition de sang. On a la perception de la pénétration de l'aiguille mais sans douleur.

Cette expérience et d'autres analogues peuvent expliquer certains faits dits de magnétisme présentés comme fort extraordinaires.

M. de Candolle présente à la Société, de la part du libraire-éditeur Rothschild, un fort volume intitulé *Flore pittoresque de la France* [1], par MM. Heuzé, inspecteur général de l'agriculture, Bouquet de la Grye, conservateur des forêts, Meunier, Pizetta et Verlot, botanistes. C'est un traité de botanique et une flore de la France contenant tout ce qui peut intéresser le public instruit et en particulier les personnes qui vivent à la campagne, en France ou dans les pays adjacents. Un nombre immense de figures intercalées dans le texte ou coloriées permet aux amateurs de comprendre les descriptions d'espèces et de trouver facilement les noms. La partie agricole est accompagnée d'une carte des cultures en France. Elle renferme aussi, de même que la partie concernant les forêts et l'horticulture, des planches très élégantes, qui donnent l'idée des principales récoltes, de l'aspect des arbres, et de la vue des diverses régions de la plaine ou des montagnes. L'exécution de toutes les figures, paysages et ornements est très soignée. Elle justifie bien le titre de flore pittoresque et en même temps l'ouvrage est une introduction à la botanique de nature à rendre cette science plus populaire.

[1] Un volume in-4°, 473 pages, 1182 planches et une carte. Paris. Prix, 35 fr., chez Rothschild.

M. le prof. Chaix rend compte d'*observations météorologiques faites dans la vallée du Nil,* par lui-même en 1847, par M. le Dr W. Marcet en 1885.

M. Marcet a fait, pendant quelques semaines de l'hiver et du printemps de l'année 1885, consacrées à un voyage dans la haute Egypte, une série d'observations sur la température de l'air, la tension de la vapeur, le rayonnement et la température de l'eau du Nil, observations qui ont paru dans le *Journal de la Société météorologique de Londres*[1]. Les observations sur la température du Nil à diverses profondeurs l'ont conduit à des résultats négatifs, c'est-à-dire à se convaincre de l'uniformité de ces températures qu'il attribue au brassement des eaux par le courant et les courbes nombreuses du cours du fleuve. Observée, du 26 février au 10 mars, elle a donné une moyenne de 66°,1 F. (19° C.), pouvant s'élever au maximum à 68° F. (20° C.). Ces observations ont eu pour limites Thèbes au sud et Beni-Hassan au nord. Les observations de M. Chaix, en janvier et février 1847, ont eu un champ à peu près égal en distance, compris entre Assouan au sud et Belieneh (près de Girgé) au nord; mais antérieures de près d'un mois à celles de M. Marcet; elles ont indiqué une température plus basse, comprise entre 15°,7 C. à 8 heures du matin, et un maximum régulier pendant toute leur durée de 16°,2 invariablement observé entre $2^1/_2$ heures et $4^1/_4$ de l'après-midi, les températures de l'air étant de 13° C. aux observations du matin, et de 18° à 22° l'après-midi. M. Marcet a observé de beaucoup plus grandes différences dans les températures de l'air, entre 38°,1 F. (3° 5. C.) le 21 février au lever du soleil et 86° F. (30° C.) le 15 mars, les maxima tombant régulièrement sur 4 heures de l'après-midi, comme les avait observés M. Chaix.

M. Raoul Gautier a cherché qui est *Lullin*, cité dans les traités de physique comme l'*auteur de l'expérience du perce-carte.* Il a fini par trouver à la Bibliothèque publique de Genève une *Dissertatio de Electricitate*, présentée en 1766

[1] *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, octobre 1885, page 275.

au professeur H.-B. de Saussure par un Amedæus Lullin, et dans laquelle se trouvent relatées, après beaucoup d'autres, des expériences sur le passage de l'étincelle électrique à travers une feuille de papier (expérience du perce-carte). Or, ce Lullin ne peut être que Ami Lullin, né en 1748, entré en Belles-Lettres en 1762, mort en 1816, qui a été un jurisconsulte distingué, premier syndic de la République et qui a joué un rôle éminent lors du retour de Genève à l'indépendance après l'occupation française.

Ami Lullin ayant été plus tard juriste et magistrat, n'a plus fait parler de lui comme physicien, mais il est curieux de lui voir attribuer cette expérience du perce-carte. On sait qu'à cette époque les thèses étaient généralement inspirées, sinon faites, par le professeur présidant à l'examen, et le candidat n'était que « Respondens. » La véritable invention de cette expérience doit donc très probablement être attribuée à H.-B. de Saussure lui-même, qui n'a pas besoin de ce titre additionnel pour mériter sa juste célébrité.

M. le prof. H. Fol fait hommage à la Société du n° 1 du tome III de son *Recueil zoologique suisse*. Ce numéro, qui est sorti de presse le 25 janvier 1886, contient les articles suivants :

Georges Fulliquet, Recherches sur le cerveau du Protopterus, avec 5 planches. — Alfred Kaufmann, Beiträge zur Kenntniss der Cytheriden, 1ter Abschnitt, avec 2 planches.

Séance du 18 février.

C. Cellérier. Principe des forces vives en hydrodynamique. — Schiff. Sur l'électrotonus.

M. le prof. Charles Cellérier fait une communication sur *le principe des forces vives en hydrodynamique et son application aux moteurs hydrauliques*[1].

[1] Pour le mémoire de M. Cellérier, voyez *Archives* 1886, tome XV, p. 245.

M. le prof. Schiff rend compte des récentes recherches de M. Fleischl *sur l'electrotonus.*

Séance du 4 mars.

F.-A. Forel. Moraine sous-lacustre de la barre d'Yvoire. — E. Gautier. Comètes Fabry et Barnard. — Claix. Voyage géodésique du général Schindler en Perse. — A. de Candolle. Sur le pays d'origine du blé. — A. de Candolle. Monument à Osw. Heer. — A. Humbert. Faits nouveaux de mimétisme. — Dr Gosse. Contraction de la pupille après la mort. — Muller. Lichens du Transwaal.

M. Ed. Sarasin communique de la part de M. F.-A. Forel, une note sur la *moraine sous-lacustre de la barre d'Yvoire, au lac Léman*, avec échantillons à l'appui.

Le lac Léman est divisé en deux parties : l'une à l'orient, large, profonde et régulière, le *Grand-Lac*; l'autre à l'occident, du côté de Genève, étroite, peu profonde, à bassin accidenté, formé de plusieurs cuvettes successives, le *Petit-Lac.* C'est au détroit d'Yvoire, large de 3 ^{km},4, que se soudent ces deux parties. Les sondages de La Bêche, en 1819, indiquaient que, sur ce détroit, le sol se relèverait en une barre peu saillante, dominant d'une douzaine de mètres la cuvette située derrière; les sondages de M. Forel en 1876 ont vérifié ce fait et ont confirmé la profondeur de 61 mètres sur le col de cette barre.

Quelle est la nature géologique de la barre? Est-elle formée par un banc de molasse miocène; est-ce une moraine glaciaire, comme les collines terrestres voisines? Des dragages, que M. Forel a pratiqués en septembre 1885, ont confirmé la seconde alternative; ils ont montré que, sans préjuger la nature du sol dans ses profondeurs, il y a, sur la crête de la barre, une véritable moraine. M. Forel y a recueilli le mélange caractéristique de cailloux brisés, de cailloux roulés et de sables, composés de roches diverses, granites, gneiss, quarzites, grès, poudingues, calcaires alpins, provenant évidemment des différentes montagnes du Valais. C'est incontestablement une moraine glaciaire.

Or, si nous connaissons, près de la rive, de nombreux exemples de moraines dont les blocs et cailloux ont été dégagés des terres par l'érosion progressive des côtes, c'est la première fois que nous rencontrons dans les régions profondes du Léman, sous 60 mètres d'eau, à plus de 1 kilom. de la rive, une moraine qui n'est pas ensevelie sous l'alluvion lacustre moderne. Les eaux du lac sont fréquemment salies par l'eau trouble des affluents, et constamment il se dépose sur le sol une alluvion que nous supposions recouvrir, sous ses couches probablement fort épaisses, tous les accidents du sol primitif. Comment, en ce point spécial, la moraine a-t-elle surnagé au-dessus de cet empâtement général ?

Il s'est passé là un fait analogue à ce que l'on observe dans les montagnes pendant l'hiver : la neige poussiéreuse est balayée par le vent, accumulée dans les dépressions, sur les parties planes, mais est enlevée de toute éminence saillante; les arêtes, les crêtes, les pointes sont absolument à nu, et la roche ou le gazon y apparaît, alors même qu'un tapis de plusieurs décimètres de neige recouvre le sol environnant. C'est ce que l'auteur a constaté, cet hiver encore, dans les hautes vallées du Jura.

Il en est de même au fond des lacs. L'alluvion y tombe en flocons, comme la neige; comme celle-ci, elle est balayée par les courants et enlevée des parties saillantes, de la moraine d'Yvoire en particulier.

Quels sont les courants qui peuvent agir ainsi sur le fond du lac ? M. Forel en indique trois ordres différents :

1° *Le courant normal du lac qui transporte l'eau des affluents vers l'émissaire.* — Étant connus la hauteur des plus fortes crues du lac (155^{mm} en 24 heures, le 24 mai 1878), la superficie du Petit-Lac au-dessous du détroit d'Yvoire (87,6 km^2) et le débit de l'émissaire de Genève pour les hauteurs correspondantes du lac, étant connue encore l'aire de section du détroit d'Yvoire (216 000 m^2), on peut calculer la vitesse maxima d'un tel courant. Elle ne dépasse pas, dans les circonstances les plus favorables, $0^m,003$ à la seconde.

2° *Le courant des seiches.* — Dans les grandes seiches longitudinales uninodales, il doit y avoir production de courants importants; l'eau faisant une oscillation de balance-

ment sur l'étendue du lac en soixante-treize minutes et la dénivellation de la seiche atteignant à Genève plusieurs décimètres de hauteur ($1^m,9$ dans la plus grande seiche connue), il doit y avoir transport assez rapide de l'eau. En admettant 30 cent. pour l'amplitude des grandes seiches qui se reproduisent chaque année à Genève, on obtient, pour le courant des seiches au détroit d'Yvoire, une vitesse de 25^{mm} à la seconde.

De tels courants seraient peu actifs, leur vitesse au contact du sol étant encore ralentie par les frottements. Dubuat demande un courant de 80^{mm} à la seconde pour éroder de l'argile à potier; il est vrai que l'alluvion lacustre récente est extrêmement légère et est facilement mise en mouvement par l'agitation la plus faible de l'eau.

3° *Le courant de retour des grands vents.* — En caressant la surface du lac, le vent accumule l'eau sur la rive vers laquelle il souffle; M. Forel a mesuré une dénivellation de 125^{mm} entre Morges et Genève, pendant la forte bise du 20 décembre 1877. Il en résulte un courant de retour profond, qui marche en sens contraire de la direction du vent. Ce courant peut être fort puissant; nous le voyons tordre et déchirer les filets de pêcheurs, qu'il transporte parfois à des centaines de mètres du point d'ancrage. M. Forel n'a pas eu l'occasion d'en mesurer la vitesse; mais, d'après ses effets sur les filets, il estime que sa vitesse doit être considérable et qu'il doit suffire à expliquer l'enlèvement de l'alluvion lacustre déposée sur la crête saillante de la moraine d'Yvoire.

Cette constatation positive d'une moraine revêtant la barre d'Yvoire est importante à deux points de vue : elle aidera à faire comprendre la stucture du Petit-Lac, et de ses bassins ou cuvettes, qui se succèdent au nombre de trois ou quatre jusqu'à Genève; elle confirmera l'existence des barres morainiques au travers de certains lacs, comme celles que la carte hydrographique du lac des Quatre-Cantons nous avait fait supposer l'année dernière.

Les pierres de la moraine d'Yvoire sont recouvertes d'une mousse intéressante, le *Thamnium alopecurum* Schimper, d'après la détermination de M. le prof. J.-B. Schnetzler, de

Lausanne. Jusqu'à présent, on ne connaissait pas, dans les eaux lacustres, cette mousse des eaux courantes et fortement aérées. A la profondeur où elle a été trouvée, 54 et 60 mètres, elle est brillamment chlorophyllée et de puissante végétation. Cela oblige à étendre considérablement, dans la profondeur, la limite de l'action efficace de la lumière dans les eaux du lac; les plantes vertes que jusqu'ici on avait trouvées le plus bas, la *Nitella foreliana* J Müller, Arg., ne descendent pas au-dessous de 25 mètres.

Ajoutons, pour terminer, que la moraine d'Yvoire est la station favorite de l'Omble-Chevalier, *Salmo umbla* Linné, le plus délicat des poissons du lac. C'est dans les filets des pêcheurs d'Omble que les premières pierres ont été recueillies par M. F. Bocion, le peintre du Léman, à l'avis duquel nous devons la découverte de ces faits intéressants.

M. E. Gautier prémunit ses collègues contre les annonces erronées, publiées récemment par les journaux, relatives à deux comètes qui seraient brillantes au ciel au mois d'avril prochain. Cette prévision concernant la *comète Fabry et la seconde comète Barnard de 1885*, est le résultat d'une éphéméride inexacte prématurément publiée.

Ces deux astres devant passer à leur périhélie au printemps, après un trajet prolongé dans la partie boréale du ciel, se trouveront au moment de leur plus grand éclat dans un voisinage trop rapproché du soleil couchant pour que les habitants de la terre puissent discerner leur noyau dont, sans cela, la perception serait possible à la vue simple.

M. Chaix fait connaître les *résultats hypsométriques* de plusieurs voyages géodésiques dus au général Schindler, chef du service télégraphique dans les États du schah de Perse. Ils se sont effectués, en 1881, dans le nord-ouest de l'ancienne Médie et dans la partie contiguë de l'ancienne Atropatène (Adzerbeïdjan), au travers de neuf provinces secondaires et peu connues. Le voyageur a éclairé son levé par la détermination des coordonnées astronomiques de 29 positions importantes et par la mesure hypsométrique de 64 stations intermédiaires comprises entre la fameuse ville de Qazwin, à l'est, et celle de Tabriz, au nord-ouest.

La hauteur de Teheran, la capitale, a été déterminée à 3811 pieds anglais par un grand nombre d'observations et celle de Tabriz, à 4443, qui est une moyenne générale du plateau persan, fréquemment portée cependant au delà de 5000 pieds anglais. Ce plateau est extraordinairement coupé de chaînons divergents que les routes ne passent guère au-dessous de 6000 à 7000 pieds, avec une foule de sommités sans enchaînement entre elles et dont une seule atteint 10,500 pieds. Autrefois couvertes d'épaisses forêts, elles sont, depuis un siècle, d'une nudité qui n'y empêche pas l'agriculture, mais qui la contrarie à ce point que, dans cette région, située sous la même latitude (37°) que les rives brûlantes de l'Euphrate, la récolte du froment n'a lieu qu'au mois d'août, à la hauteur de 4000 pieds, et en octobre à celle de 7600 pieds, tandis que dans la haute Égypte la moisson précède le commencement de mars. La nature géologique est des plus variées, assez rarement calcaire, le plus souvent quartzeuse, avec quelques pics basaltiques perçant le plateau à longs intervalles.

M. de Candolle demande si les voyageurs dont M. Chaix a parlé ont rencontré le *Blé à l'état sauvage*. M. Chaix répond qu'ils n'en parlent pas. M. de Candolle rappelle que la Perse et la Mésopotamie sont probablement le pays d'origine du blé et que certains voyageurs ont dit (trop vaguement) l'avoir vu spontané.

M. de Candolle ajoute qu'il a reçu de Sir John Bennett Lawes des épis de blé obtenus à la suite d'expériences curieuses faites à Rothamsted. Deux de ces épis provenaient de cultures faites pendant 41 et 42 ans, sans engrais et seulement en nettoyant le terrain des mauvaises herbes. Ils sont d'une grosseur qu'on voit souvent dans les cultures ordinaires en Suisse. D'autres épis, excessivement chétifs, provenaient de blés semés d'eux-mêmes, sur terrain non fumé, où l'on avait laissé croître les mauvaises herbes. Les récoltes sans aucune fumure, mais sans mauvaises herbes, valent encore celles de beaucoup de localités, en Russie par exemple, par où l'on voit l'importance de nettoyer les champs de céréales. La prompte dégénérescence, suivie d'extinction dans les ter-

rains non fumés, mais non nettoyés en Angleterre, tient probablement au climat très différent de celui du pays d'origine. Si l'on faisait les mêmes expériences dans la région qui s'étend de la Méditerranée à l'Euphrate, on trouverait peut-être des résultats différents.

M. de Candolle fait part à la Société *du projet de monument en l'honneur d'Oswald Heer*, pour lequel plusieurs savants de Zurich ouvrent une souscription. Ce monument consistera en un buste, dont le modèle déjà préparé est très ressemblant, et qui doit être placé dans le jardin botanique de Zurich. M. de Candolle rappelle les titres de Heer à la mémoire des naturalistes : ses travaux immenses et variés, en botanique, zoologie, paléontologie et antiquités; son extrême sagacité, combinée avec une exactitude non moins remarquable, et en général sa carrière si bien remplie, malgré un état de santé déplorable. La feuille de souscription est déposée sur le bureau et plusieurs membres présents s'empressent de souscrire.

M. Al. Humbert met sous les yeux de la Société une planche coloriée accompagnant un mémoire publié dans le dernier volume des *Transactions of the Entomological Society of London* (1885) et sur laquelle sont figurés *deux cas remarquables de Mimétisme.* L'un et l'autre se rapportent à des Insectes vivant dans le nord de l'île de Bornéo. Le premier est relatif à un Hyménoptère et à un Lépidoptère, le second à un Coléoptère et à un Hyménoptère.

A cette occasion, M. Humbert donne quelques détails sur les différentes sortes de Mimétisme et sur les conditions dans lesquelles elle se présentent.

M. le D[r] Gosse rend compte d'observations qu'il a faites *sur la contraction de la pupille après la mort.* On sait qu'immédiatement après la mort on observe une dilatation assez marquée de la pupille. Mais un fait que M. Gosse croit nouveau, et qu'il lui a été donné d'observer plusieurs fois d'une manière très nette, c'est qu'à cette dilatation du premier moment après la mort, succède ensuite une contraction très

sensible. M. Gosse l'a observée tout particulièrement dans des cas où la mort avait été précédée de fortes hémorragies. Dans un cas de ce genre il a observé peu après la mort, au moment où la rigidité cadavérique était déjà complète, une ouverture de la pupille de $3^{mm},5$; 24 heures après, celle-ci était réduite à 2^{mm}; 24 heures encore plus tard elle n'était plus que de $1^{mm},8$.

Par l'entremise du Dr Lahm, à Münster, M. le prof. Müller a reçu dernièrement une collection de *Lichens du Transwaal*, dont les deux tribus des Graphidées et des Pyrénocarpées, étudiées immédiatement, ont donné un résultat qui dépasse en nouveautés tout ce qui a été vu jusqu'ici dans les Lichens. Sur 24 espèces, 16 sont inédites et 5 sont de celles que M. Müller a publiées tout récemment, comme nouvelles, dans ses écrits sur la Lichénologie de la côte orientale d'Afrique, de Zanzibar et de Madagascar, seulement 3 sont connues depuis longtemps, dont l'une est très répandue dans les pays tropicaux et les régions voisines, et 2 sont des espèces ubiquistiques.

Séance du 18 mars.

L. Soret. Réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Genève. — L. Soret. Travaux de la Commission pour l'étude de la transparence du lac. — H. Fol. Renseignements sur la rage. — H. Fol. Recueil zoologique suisse.

M. L. Soret annonce que la prochaine réunion de la *Société helvétique des sciences naturelles* qui doit avoir lieu à Genève, a été fixée définitivement aux 10, 11 et 12 août 1886. Il indique la composition du Comité annuel et des différentes Commissions nommées pour préparer cette réunion.

M. le prof. Soret rapporte que la Commission pour l'étude du Lac a fait, dans la journée du 15 mars et dans la nuit du 15 au 16, c'est-à-dire à la fin de la période d'hiver, une série d'observations *Sur la transparence de l'eau*, observations dont les résultats durent être comparés avec ceux qui ont été obtenus en été.

La Commission s'est transportée sur le bateau la *Ville de Genève*, de la Compagnie de navigation, et les mesures ont été prises particulièrement en trois points : en face de la pointe d'Yvoire, au milieu du lac entre Morges et Évian, et en face de Tour-ronde.

La partie la plus importante de ces expériences a été faite de nuit avec la lumière d'une lampe Édison plongée dans l'eau; on a déterminé à quelle distance, soit horizontale, soit verticale, on cesse de pouvoir distinguer le point lumineux de la lampe d'abord, la lumière diffuse ensuite. Il sera rendu compte plus tard, avec détail, des résultats qui démontrent la plus grande transparence des eaux en hiver, conformément à ce que M. le prof. Forel avait déjà reconnu.

La limpidité de l'eau a été constatée de jour au moyen d'un disque blanc que l'on plongeait dans l'eau et qui ne cessait d'être visible qu'à une profondeur de 17^m et même de 19^m, chiffre dépassant le maximum obtenu par M. Forel. Les expériences ont donc été faites dans de bonnes conditions.

Un fait assez intéressant, c'est que cette limite de visibilité d'un disque ne diminue pas aussi rapidement qu'on aurait pu s'y attendre lorsque le jour baisse. De nuit, par un faible clair de lune, la visibilité subsistait à plus de 10^m de profondeur.

M. le prof. H. Fol annonce que ses nouvelles recherches sur le microbe dans lequel il avait cru reconnaître le principe de la rage, ont pleinement confirmé l'exactitude de ses vues. A l'aide d'une seconde culture de ce microbe, il a réussi à donner la rage aux animaux en expérience; il a de plus envoyé à M. Pasteur de la matière cérébrale d'un rat ainsi inoculé, et M. Pasteur a reconnu que cette matière transmet la rage aux animaux auxquels elle est inoculée. M. Fol a entrepris dernièrement des expériences sur le chien, chez lequel les symptômes de la rage sont beaucoup plus caractéristiques. Les cultures sont d'une grande pureté, et le microbe s'y montre sous une forme parfaitement constante. Le meilleur moyen pour obtenir ces cultures consiste à triturer la cervelle et les glandes salivaires de l'animal avec du carbo-

nate et du phosphate de potasse, puis à filtrer à travers une bougie Chamberland. Le centre de la virulence rabique est le cerveau et la moelle; la virulence de la salive offre de grandes variations; le sang présente une innocuité complète. La propagation de la rage ne se ferait donc pas par le sang, mais serait une propagation périphérique par les nerfs et par les voies lymphatiques. Comme remède M. Pasteur est arrivé à la conclusion que la cautérisation par le fer rouge améliore les chances d'échapper à la maladie, mais ne présente pas une sécurité complète; M. Fol pense que la cautérisation n'atteint que difficilement tous les points où le virus a pénétré et que les désinfectants liquides pénétrant mieux dans les tissus, paraissent devoir donner des résultats plus sûrs. M. Fol est occupé à faire maintenant des essais dans ce sens.

M. le prof. H. Fol fait hommage à la Société du n° 2 du tome III de son *Recueil zoologique suisse*. Ce numéro, qui est sorti de presse le 3 mars 1886, contient les articles suivants :

Alfred Kaufmann, Beiträge zur Kentniss der Cytheriden, 2ter Abschnitt, avec 4 planches. — Louis Roule, Revision des espèces de Pallusiadées des côtes de Provence, avec 4 planches. — Stanislas Warynski, sur la production artificielle des monstres à cœur double chez les poulets, avec 1 planche.

Séance du 1er avril.

M. Bedot. Cellules urticantes des Siphonophores. — A. Rilliet. Cristaux de cuivre. — E. Gautier. Photographies du ciel étoilé.

M. M. Bedot communique à la Société quelques résultats qu'il a obtenus en étudiant *les cellules urticantes des Siphonophores*. Chez les Velellides, on trouve deux espèces de cnidoblastes pourvus de tiges, et dont les nématocystes se distinguent par la présence ou l'absence d'une hampe à la base du fil urticant. Leurs dimensions sont aussi différentes. Chez les gros cnidoblastes, on voit des striations musculaires très distinctes, à la naissance de la tige. Celle-ci présente en outre, à sa partie terminale, un organe en forme de fuseau, qui

renferme un filament enroulé sans ordre, et un petit corps sphérique brillant. Les cnidoblastes qui sont disséminés dans l'ectoderme des tentacules de Velellides, et qui ne concourent pas à la formation de boutons ou de bourrelets urticants, sont dépourvus de tiges et de cnidocils. Chez les Physalies, on trouve également deux formes de cellules urticantes, dont les filaments n'ont jamais de hampe. En étudiant les fils pêcheurs de ces animaux, on voit toutes les formes de passage entre les cnidoblastes sans tige et ceux qui en ont une. On est donc conduit à admettre que c'est le cnidoblaste lui-même qui donne naissance à cette tige, et non pas une cellule voisine comme on l'a prétendu. Le nématocyste prend naissance dans l'intérieur d'une petite cavité sphérique, qui se creuse dans le cnidoblaste, et qui est remplie d'une substance fluide et transparente. De la paroi de la cavité se forme un petit bourgeon (nématoblaste) qui s'avance dans la substance transparente. Il grossit beaucoup, finit par remplir presque toute la cavité, et n'est plus relié à ses parois que par un mince pédoncule. Ce nématoblaste donne naissance au fil urticant. La substance fluide qui l'entoure, se solidifie et forme la coque du nématocyste. Lorsque le fil urticant est pourvu d'une hampe, son développement est un peu plus compliqué. A l'intérieur du nématoblaste, on voit d'abord apparaître une petite sphère. C'est elle qui, en se creusant et en s'invaginant, devient la hampe.

M. A. Rilliet montre des *cristaux de cuivre* qu'il a trouvés par hasard dans une pile Meidinger, restée longtemps hors d'activité. Ces cristaux sont des octaèdres très nets de plusieurs millimètres de côté.

M. E. Gautier parle des *photographies du ciel étoilé* exécutées à Paris par MM. les frères Paul et Prosper Henry, et reproduisant les détails les plus précis de la voûte céleste jusqu'aux étoiles de quinzième et seizième grandeurs. Leurs clichés ont même amené la constatation de nébuleuses ayant absolument échappé aux recherches directes, faites avec les meilleurs télescopes.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1886

Le 1er, Le soir giboulées de neige mêlées de pluie.
2, fort vent depuis 7 h du soir.
3, fort vent jusqu'à 7 h. du matin et à 1 h. du soir; giboulée de neige de 4 h. 50 m. à 5 h. 25 m. du soir.
4, assez forte bise à 10 h. du matin.
5, forte gelée blanche le matin; neige de midi à 4 h. du soir; hauteur : 6^{cm},5.
6, fort vent à 1 h. du soir ; forte bise depuis 9 h. soir ; légère neige à 9 h. soir.
7, 8, 9 et 10, forte bise tout le jour.
11, brouillard le matin; forte bise à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
12, très faible gelée blanche le matin.
13, gelée blanche le matin ; hâlo lunaire à 8 h. du soir.
14, brouillard à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; légère neige depuis 9 h. du soir.
15, neige dans la nuit et le matin; hauteur : 2^{cm},5.
16, très forte gelée blanche le matin; hâlo lunaire à 7 h. du soir.
17 et 19, très forte gelée blanche le matin.
20, forte gelée blanche le matin ; hâlo lunaire à 10 h. du soir.
23, rosée le matin.
24, assez forte bise à 4 h. du soir; rosée le soir.
25, forte rosée le matin.
27, très forte rosée le matin.
28, rosée le matin; fort vent l'après-midi.
29, fort vent depuis 9 h. du soir.
31, forte gelée blanche le matin; fort vent l'après-midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 8 h. soir	722,40	Le 3 à 8 h. matin	710,04
11 à 1 h. matin	729,38	6 à 6 h. matin	705,83
13 à 9 h. matin	729,73	12 à 4 h soir	727,24
21 à 8 h. matin	733,18	16 à 3 h. soir	718,70
27 à 10 h. matin	734,85	24 à 4 h. soir	728,19
30 à 9 h. matin	737,81	29 à 6 h. soir	729,90
		31 à 5 h. soir	730,46

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	NÉBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o					mm.				o	o	cm
1	725,49	— 0,34	722,85	727,93	— 0,44	— 3,42	— 1,7	+ 1,6	839	+ 51	790	1000	11,3	2	N. 1	1,00	+ 4,4	— 1,0	102,0
2	719,89	— 5,87	714,60	722,82	+ 6,59	+ 3,50	0,0	+11,0	879	+ 93	720	1000	14,4	15	SSO. 2	1,00	4,6	— 0,9	100,6
3	714,32	—11,38	710,04	718,98	+ 5,43	+ 2,23	+ 0,6	+ 9,2	754	— 29	450	860	12,3	10	SSO. 1	0,97	5,6	+ 0,1	102,0
4	720,95	— 4,69	718,67	722,40	+ 0,60	— 2,72	— 1,5	+ 3,2	799	+ 18	630	960	...	...	NE. 1	0,05	5,2	— 0,3	109,0
5	713,44	—12,14	707,55	721,41	— 0,16	— 3,59	— 3,6	+ 4,2	927	+148	860	970	10,1	7	variable	1,00	4,9	— 0,7	110,0
6	712,43	—13,10	705,83	723,13	+ 3,97	+ 0,42	+ 1,1	+ 7,7	799	+ 23	610	910	8,1	9	variable	0,97	4,6	— 1,0	113,0
7	726,39	+ 0,92	723,47	727,77	+ 0,31	— 3,35	— 1,4	+ 2,7	785	+ 11	610	910	...	...	N. 2	0,05	...	.....	118,0
8	727,05	+ 1,64	726,58	727,93	— 1,24	— 5,02	— 3,0	+ 1,2	874	+103	670	980	...	...	N. 3	0,55	3,4	— 2,3	117,5
9	727,29	+ 1,93	726,27	727,95	— 3,33	— 7,23	— 5,8	0,0	760	— 9	510	1000	...	...	N. 3	0,10	3,2	— 2,6	120,0
10	728,00	+ 2,70	727,14	729,07	— 3,43	— 7,45	— 6,2	0,0	727	— 39	610	850	...	...	N. 2	0,33	3,5	— 2,3	117,0
11	728,54	+ 3,29	727,59	729,38	— 2,86	— 7,00	— 4,2	— 0,5	692	— 72	560	790	...	...	NNE. 2	0,47	2,7	— 3,2	115,5
12	728,28	+ 3,08	727,24	728,86	— 1,83	— 6,09	— 6,9	+ 2,5	750	— 11	650	870	...	...	N. 1	0,28	2,9	— 3,0	113,5
13	728,58	+ 3,43	727,46	729,73	+ 0,09	— 4,29	— 3,7	+ 4,2	690	— 69	520	880	...	...	N. 1	0,27	4,3	— 1,7	114,5
14	725,42	+ 0,32	723,30	728,12	+ 0,48	— 4,03	— 1,6	+ 3,1	771	+ 15	590	950	0,3	2	N. 1	1,00	...	.....	115,0
15	720,93	— 4,12	720,03	723,08	+ 1,91	— 2,72	— 0,2	+ 5,0	838	+ 84	670	1000	2,1	10	variable	1,00	4,7	— 1,4	113,0
16	719,84	— 5,17	718,70	720,62	+ 1,68	— 3,07	— 3,0	+ 6,8	760	+ 9	500	1000	...	...	variable	0,42	4,9	— 1,3	111,5
17	722,17	— 2,79	720,61	724,02	+ 2,93	— 1,95	— 2,5	+ 9,0	741	— 8	520	960	...	...	N. 1	0,68	5,7	— 0,5	111,0
18	725,87	+ 0,95	724,08	727,55	+ 6,13	+ 1,13	+ 2,9	+10,5	656	— 91	380	830	...	...	N. 1	0,43	6,2	— 0,1	111,0
19	728,43	+ 3,55	727,55	729,33	+ 4,79	— 0,34	— 0,5	+11,6	729	— 15	470	890	...	...	N. 1	0,18	5,7	— 0,6	109,0
20	730,58	+ 5,74	729,12	732,32	+ 5,76	+ 0,50	— 0,2	+11,6	786	+ 44	630	920	...	...	variable	0,37	5,9	— 0,5	110,7
21	732,18	+ 7,37	731,23	733,18	+ 9,99	+ 4,61	+ 3,3	+17,1	686	— 54	400	950	0,0	...	S. 1	0,97	...	.....	110,0
22	731,47	+ 6,70	730,77	732,39	+ 9,79	+ 4,28	+ 7,8	+13,7	841	+103	700	1000	3,0	5	N. 1	0,80	6,7	+ 0,2	110,0
23	730,74	+ 6,00	730,20	731,72	+ 8,03	+ 2,39	+ 4,1	+12,5	867	+132	660	970	...	...	N. 1	1,00	6,7	+ 0,1	109,0
24	729,48	+ 4,77	728,19	730,45	+ 9,43	+ 3,66	+ 6,6	+15,9	839	+106	710	970	0,0	...	N 1	0,35	7,4	+ 0,7	111,5
25	729,39	+ 4,71	728,23	730,16	+11,25	+ 5,35	+ 6,9	+18,4	766	+ 35	500	930	...	...	variable	0,48	7,7	+ 1,0	112,5
26	732,12	+ 7,47	729,97	733,86	+11,06	+ 5,03	+ 9,0	+13,3	824	+ 95	650	940	3,1	5	SSE. 1	1,00	7,7	+ 0,9	113,5
27	733,57	+ 8,94	732,12	734,85	+12,32	+ 6,15	+ 6,2	+18,9	690	— 37	400	950	...	...	SSO. 1	0,25	8,4	+ 1,5	114,3
28	731,85	+ 7,25	730,54	733,16	+12,14	+ 5,84	+ 5,9	+18,2	660	— 65	400	850	...	...	S. 2	0,57	...	.....	116,0
29	730,84	+ 6,26	729,90	731,48	+10,83	+ 4,40	+ 8,8	+12,2	764	+ 41	680	840	3,9	9	SSO. 1	1,00	8,5	+ 1,5	116,0
30	735,78	+11,22	732,45	737,81	+ 9,27	+ 2,71	+ 5,2	+13,5	486	—235	260	710	...	...	S. 1	0,05	6,9	— 0,2	118,5
31	732,61	+ 8,06	730,46	735,05	+10,77	+ 4,07	+ 0,8	+19,0	571	—148	230	950	...	...	S. 2	0,33	6,7	— 0,5	120,0

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1886.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	721 84	721,23	721,00	721 23	721,37	721,54	722,03	721,97
2e »	726 01	725,94	726 22	726,26	725,61	725,05	725,61	726,22
3e »	731.88	731.92	732,47	732 64	731,71	730,97	731,17	731,80
Mois	726 75	726,54	726,75	726,91	726,41	726.02	726,43	726,83
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,04	— 0,01	— 0,03	+ 1,21	+ 1,59	+ 2,04	+ 1,42	+ 0,45
2e »	— 0,27	— 1,32	— 1,51	+ 2,15	+ 4,53	+ 5,47	+ 4,15	+ 2,06
3e »	+ 7,91	+ 6,93	+ 7,10	+10,85	+14,67	+13,75	+11,96	+10,39
Mois	+ 2,71	+ 2,03	+ 2,02	+ 4,93	+ 7,18	+ 7,30	+ 6,04	+ 4,50
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	888	910	897	782	756	706	745	830
2e »	844	835	885	720	575	583	689	800
3e »	853	873	869	713	546	556	656	748
Mois	861	873	883	737	623	613	696	791

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 2,15	+ 4,08	+ 4 38	0,60	46,2	110,91
2e »	— 1,99	+ 6 38	+ 4,78	0,51	2,4	112,47
3e »	+ 5,87	+ 15,70	+ 7,41	0,62	10,0	113,75
Mois	+ 0,75	+ 8,95	+ 5,52	0,58	58,6	112,42

Dans ce mois l'air a été calme 1,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,68 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,8 O. et son intensité est égale à 28,3 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1886.

Le 1er, forte bise jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige à 7 h. du soir; brouillard à 10 h. du soir.
2, neige jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; brouillard à 1 h. du soir; forte bise depuis 7 h. du soir.
3, neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard; fort vent jusqu'à 1 h. du soir, puis forte bise.
4, brouillard par une forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
5, fort vent tout le jour; neige depuis 1 h. du soir.
6, neige par un fort vent jusqu'à 1 h. du soir; brouillard par une très forte bise depuis 4 h. du soir.
7, forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
9, forte bise jusqu'à 10 h. du matin; brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
13, fort vent tout le jour; brouillard depuis 7 h. du soir.
14, fort vent tout le jour; neige jusqu'à 7 h. du matin et de 4 h. à 7 h. du soir; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
15, fort vent jusqu'à 10 h. du matin, puis forte bise; brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige de 1 h. à 4 h. du soir.
22, brouillard depuis 1 h. du soir; forte bise depuis 7 h. du soir.
24, fort vent jusqu'à 10 h. du matin; brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
25, brouillard par un fort vent depuis 4 h. du soir.
26, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir; neige de 1 h. à 7 h. du soir, puis brouillard.
27, brouillard par un fort vent depuis 4 h. du soir.
29, neige de 4 h. à 7 h. du soir et dans la nuit du 29 au 30; brouillard à 10 h. soir.
30, brouillard par une forte bise jusqu'à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 11 h. matin	558,60	Le 3 à 4 h. soir	548,22
5 à 1 h. matin	555,20	6 à 8 h. matin	546,02
7 à 8 h. soir	557,40	9 à 4 h. matin	555,25
13 à 9 h. soir	562,17	16 à 4 h. matin	553,20
21 à 10 h. soir	568.21	23 à 4 h. matin	567,02
27 à 10 h. soir	570,66	30 à 2 h. matin	566,20

SAINT-BERNARD. — MARS 1886.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.			
1	557,96	— 1,73	557,30	558,46	— 6,40	+ 1,83	—18,2	— 1,8	70	4,0	....	NE. 2	0,60
2	557,70	— 1,98	556,03	558,60	— 2,60	+ 5,57	— 6,5	+ 2,8	160	14,2	....	NE. 1	1,00
3	550,79	— 8,89	548,22	555,42	— 8,35	— 0,24	—15,6	0,0	200	18,7	....	variable	1,00
4	552,65	— 7,02	549,98	555,15	—13,50	— 5,45	—16,6	—10,8	.....	.....	....	NE. 2	0,47
5	552,11	— 7,56	548,97	555,20	—12,05	— 4,06	—13,8	— 7,8	170	8,3	....	SO. 2	0,97
6	548,33	—11,33	546,02	551,92	— 8,57	— 0,65	—15,5	+ 0,5	140	11,5	....	variable	1,00
7	555,36	— 4,30	551,98	557,40	—16,90	— 9,05	—18,8	—13,0	.....	.....	....	NE. 2	0,22
8	556,35	— 3,31	556,04	557,20	—15,50	— 7,72	—19,2	—10,8	.....	.....	....	SO. 1	0,00
9	556,19	— 3,48	555,25	557,07	—16,93	— 9,22	—19,8	—13,5	.....	.....	....	SO. 1	0,52
10	557,13	— 2,54	556,35	558,20	—15,53	— 7,89	—21,0	— 9,2	.....	.....	....	SO. 1	0,08
11	558,03	— 1,65	557,38	558,74	—12,70	— 5,14	—19,6	— 5,8	.....	.....	....	SO. 1	0,05
12	558,86	— 0,83	557,97	560,42	—12,53	— 5,05	—16,8	— 9,4	.....	.....	....	SO. 1	0,00
13	560,93	+ 1,23	560,05	562,17	—13,75	— 6,35	—17,0	— 9,5	.....	.....	....	SO. 2	0,53
14	560,22	+ 0,51	557,95	562,03	—10,47	— 3,15	—15,8	— 7,1	20	1,5	....	SO. 2	1,00
15	554,17	— 5,56	553,53	557,33	— 9,87	— 2,64	—12,6	— 2,8	40	2,0	....	NE. 2	1,00
16	553,84	— 5,91	553,20	554,80	— 9,85	— 2,71	—15,0	— 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,13
17	556,79	— 2,98	554,96	559,40	— 7,24	— 0,19	—13,2	— 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,28
18	561,06	+ 1,27	559,25	562,90	— 5,95	+ 1,01	— 9,5	— 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,10
19	563,52	+ 3,70	562,67	564,75	— 4,87	+ 2,00	—10,5	+ 5,2	.....	.....	....	NE. 1	0,05
20	566,03	+ 6,18	564,47	568,09	— 3,78	+ 2,99	— 7,6	— 0,3	.....	.....	....	NE. 1	0,17
21	567,76	+ 7,88	567,10	568,21	— 2,45	+ 4,22	— 4,8	+ 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,43
22	567,49	+ 7,58	567,10	568,01	— 1,83	+ 4,74	— 4,6	+ 2,6	.....	.....	....	NE. 1	0,97
23	567,73	+ 7,79	567,02	568,70	+ 2,58	+ 9,05	— 3,8	+ 9,6	.....	.....	....	NE. 1	0,58
24	567,76	+ 7,78	567,20	568,11	— 1,58	+ 4,79	— 4,5	+ 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,92
25	567,86	+ 7,84	567,32	568,43	— 2,83	+ 3,43	— 4,0	+ 1,6	.....	.....	....	variable	0,90
26	568,46	+ 8,40	567,80	569,33	— 1,08	+ 5,08	— 5,7	+ 6,0	30	2,7	....	variable	0,97
27	570,17	+10,07	569,20	570,66	— 0,32	+ 5,73	— 5,2	+ 5,5	.....	.....	....	SO. 2	0,55
28	569,55	+ 9,40	569,04	570,40	— 0,73	+ 5,21	— 2,8	+ 2,5	.....	.....	....	SO. 1	0,32
29	567,38	+ 7,18	566,60	568,95	— 0,15	+ 5,68	— 2,5	+ 4,0	40	11,0	....	SO. 1	0,80
30	568,73	+ 8,48	566,20	571,01	— 4,85	+ 0,87	— 9,0	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,37
31	570,38	+10,08	569,58	571,10	— 2,28	+ 3,32	— 6,5	+ 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,03

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1886.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	554,67	554,10	554,15	554,30	554,31	554,36	554,76	555,01
2e » ...	559,09	558,75	558,86	559,24	559,29	559,36	559,86	560,31
3e » ...	568,44	568,17	568,20	568,61	568,50	568,38	568,64	568,90
Mois	560,99	560,59	560,66	560,97	560,95	560,95	561,33	561,65

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	−11,97	− 8,90	− 7,87	−10,97	−13,15	−13,34
2e » ...	−11,00	− 6,98	− 5,78	− 7,03	− 9,90	−10,31
3e » ...	− 2,61	− 0,39	+ 1,61	+ 0,52	− 1,76	− 2,24
Mois	− 8,34	− 5,26	− 3,83	− 5,62	− 8,06	− 8,42

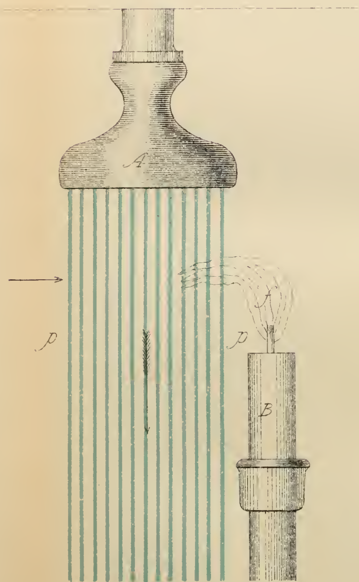
	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	°	°		mm	mm
1re décade...	−16,50	− 6,36	0,59	56,7	740
2e » ...	−13,76	− 3,99	0,33	3,5	60
3e » ...	− 4,85	+ 3,89	0,62	13,7	70
Mois	−11,48	− 1,96	0,52	73,9	870

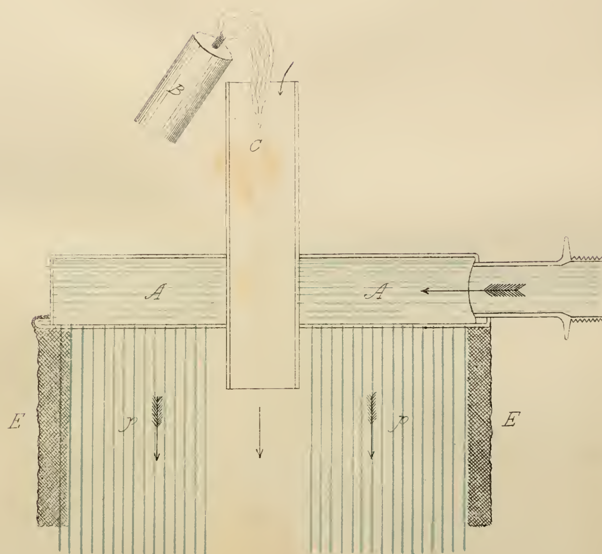
Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,15 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 9,7 sur 100.

Électricité des nuages





NOUVELLES RECHERCHES

SUR LE

TYPE SAUVAGE DE LA POMME DE TERRE

(SOLANUM TUBEROSUM)

PAR

M. Alph. DE CANDOLLE

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 15 avril 1886.

Depuis la publication, en 1883, de mon volume sur l'*Origine des plantes cultivées,* il a paru dans un article intéressant de lord Cathcart[1] et dans le *Journal de la Société linnéenne de Londres* (vol. XX, p. 489), un mémoire de M. Baker sur les Solanum[2] à tubercules, et presque en même temps, dans le *Botanical magazine* (1884, pl. 6756), un article de sir Joseph Hooker sur le *Solanum tuberosum* de Sabine, qu'il rapporte au *S. Maglia* de Schlechtendal. A la première vue de la planche 41 de M. Baker, il me fut impossible d'admettre l'identité avec le *S. tuberosum* cultivé. J'adressai alors à M. Gœze, tra-

[1] *Journal of the royal agricultural Society*, 20, part. 1.

[2] Sur la question du pluriel des noms latins en français. Voir ma *Phytographie*, p. 268.

ducteur de mon ouvrage en allemand, quelques lignes pour exprimer mon opinion. Elles ont paru dans le *Hamburger Garten- und Blumenzeitung*, de 1884, p. 289.

La principale différence entre le *Solanum tuberosum* cultivé et la planche de Baker se trouve dans la forme des lobes du calice, acuminés ou aigus dans l'un, obtus dans l'autre. Ceci m'a fait examiner sous ce point de vue, jusqu'alors trop négligé, des formes voisines rapportées quelquefois au *S. tuberosum*. Pour plus d'informations je me suis adressé à M. le prof. Philippi, de Santiago, et à M. le prof. Hieronymus, maintenant de retour en Allemagne, afin d'obtenir d'eux, si possible, des échantillons du Chili et de la République Argentine. Ces deux savants ont bien voulu me communiquer, le premier des fleurs de certains Solanums du Chili, le second des exemplaires complets d'espèces en deçà des Andes. En outre M. le Dr Masters a eu l'obligeance de recueillir pour moi des informations sur les variétés cultivées de la pomme de terre, ce dont je m'empresse de le remercier, ainsi que les honorables correspondants susnommés.

Grâce à leurs documents et aux échantillons de mon herbier, je crois pouvoir affirmer, avec plus de certitude qu'auparavant, quelles formes indigènes ont été confondues avec le *S. tuberosum*, mais il n'en est pas résulté pour moi de changer d'opinion sur le type originel de la plante cultivée.

Darwin a soutenu que les organes ou les caractères persistent ordinairement de génération en génération quand ils ne sont ni nuisibles ni utiles à l'espèce. L'observation et le raisonnement font comprendre, en effet, qu'une condition nuisible s'oppose à la durée héréditaire

d'une forme ou tout au moins la rend problématique dans la lutte entre les êtres organisés, mais qu'une condition sans danger et sans utilité pour l'espèce ou, dans le cas de plantes cultivées, pour l'homme, peut subsister en raison même de son insignifiance.

Dans les Solanum à tubercules le nombre et la forme des segments de la feuille, la forme des lobes du calice et leur attache sessile ou pétiolulée, la grandeur ou la couleur de la corolle, la forme et la grosseur des baies, le nombre des graines et quelques autres caractères n'ont pas de conséquences physiologiques, attendu que la propagation se fait au moyen des tubercules, et qu'en même temps l'homme n'accorde à ces caractères aucune attention au point de vue de son intérêt. S'il opère quelque sélection, c'est en soignant et plantant les plus gros tubercules, ce qui conduit à éliminer aussi les variétés qui fleurissent et fructifient le plus, car la fécule se produit alors dans le haut de la plante au détriment des rameaux souterrains. Les autres caractères paraissent avoir moins d'importance pour le produit et les cultivateurs ne s'en sont guère occupés.

La règle générale est donc, si l'on veut chercher l'état primitif d'une espèce cultivée, de faire attention surtout aux organes et aux caractères que l'homme n'a pas intérêt à voir changer.

Avant d'appliquer cette règle aux *Solanum* tubéreux, voyons si elle se vérifie en particulier dans la pomme de terre telle qu'elle est cultivée depuis trois siècles en Europe.

Quand on regarde les figures publiées jadis par de l'Escluse (Clusius) et Gérard, on est surpris du peu de changement qui s'est opéré dans les organes aériens de

la plante. Clusius[1] décrivait la pomme de terre introduite du Pérou dans le midi de l'Europe au XVI[me] siècle, par les Espagnols; Gérard[2] celle introduite un peu plus tard en Angleterre et en Irlande, par Herriott[3] compagnon de Walter Raleigh[4]. Les feuilles, fleurs et fruits sont identiques dans ces deux planches et dans la pomme de terre aujourd'hui cultivée[5]. La forme et l'abondance des tubercules sont telles qu'on les voit encore très souvent, mais les cultivateurs ont multiplié beaucoup de tubercules de forme, grosseur, couleur, saveur ou précocité diverses. Toutes les variétés agricoles reposent sur cet organe variable, dont on a intérêt à conserver les modifications. Le calice, dans les anciennes figures est exactement celui de la plante actuelle. Ses lobes sont des lanières allongées, pointues ou lanceolato-acuminées, quelquefois sur le même individu. La corolle variait jadis du bleu à des teintes rosées et au blanc avec raies verdâtres, mais Clusius a eu soin de dire que des semis de fleurs colorées avaient donné quel-

[1] Clusius, Plantarum rariorum historia, in-folio, 1601, part. 2, p. 79.

[2] Gerarde, *Herbal*, in-folio, 1597, p. 781 et portrait de l'auteur en frontispice.

[3] Banks, *Transactions of the horticultural Society*, I, p. 8.

[4] Malgré ces dates d'introduction bien constatées par les botanistes et citées souvent par eux, on ne cesse de répéter dans des ouvrages anglais que la première introduction était celle par W. Raleigh, et dans quelques journaux français on attribue l'introduction à Parmentier, dont le seul rôle, digne de louange, a été de répandre la culture de l'espèce à la fin du XVIII[me] siècle.

[5] Il y a probablement de bonnes planches modernes de la pomme de terre dans les ouvrages destinés aux enfants, mais je n'en trouve pas dans les livres de botanique. Celle de Reichenbach, Icones, t. 1633, est fautive pour les feuilles et le calice. La figure en noir dans Chaumeton, Flore médicale, pl. 280, est beaucoup meilleure quoique dessinée grossièrement il y a 68 ans.

quefois des fleurs blanches, et de nos jours la couleur varie. Un détail, assez singulier quand on connaît l'exactitude de l'auteur, est son assertion que les fleurs de la pomme de terre sentaient comme celles du tilleul, ce dont je ne me suis jamais aperçu.

N'ayant autour de moi qu'un petit nombre de variétés cultivées, j'ai demandé à M. le Dr Masters de vouloir bien chercher, en Angleterre, si les lobes du calice dans la multitude des variétés horticoles, sont toujours aigus ou acuminés.

Il a eu l'obligeance de s'adresser à MM. Sutton, qui cultivent une immense quantité de variétés. Voici leur réponse :

Reading, 8 août 1885.

« Toutes les fleurs que j'ai pu trouver ont les lobes du calice pointus. Le doyen de nos employés, qui a passé sa vie dans les cultures de pommes de terre, dit qu'il n'a jamais vu un lobe de calice arrondi. »

Le Dr Masters a regardé lui-même dans le jardin de Kew cent cinquante variétés cultivées, dont un très petit nombre a fleuri en 1885; il n'a vu que des lobes aigus.

L'abondance de fleurs et la production de baies diffèrent d'une année à l'autre et selon les variétés, mais d'après MM. Sutton, des variétés nouvellement acquises donnent quelquefois une quantité considérable de graines.

La grandeur, la forme et la pubescence des segments de la feuille varient plus dans les pommes de terre cultivées que les lobes du calice. Ceci est conforme à ce qu'on pouvait prévoir d'après la règle invoquée tout à l'heure. Il est possible, en effet, que les surfaces foliacées influent sur l'abondance de la fécule, ce qui a pu engager les agriculteurs à préférer telle ou telle modification des

feuilles. Au contraire les lobes du calice ne pouvant influer en aucune manière sur les tubercules, ils se sont conservés tels depuis trois siècles.

Cherchons quelles sont les formes spontanées de l'Amérique méridionale, qui ressemblent le plus au *Solanum tuberosum* cultivé.

J'éliminerai d'abord les espèces ou variétés du Chili et des pays adjacents où les lobes du calice sont obtus. C'est le cas, par exemple, du Solanum des Andes chiliennes recueilli par Bridges, n. 719, que M. Baker (*Journ. of Linn. Soc.* 1884, p. 489, t. 41), rapporte avec beaucoup d'autres au *S. tuberosum.*

Sa description des lobes du calice n'étant pas tout à fait d'accord avec la figure, j'ai prié M. Baker de vérifier le caractère dans l'herbier de Kew. Il a bien voulu m'envoyer une fleur, ou plutôt un calice qui renferme un jeune fruit, tiré de l'échantillon même de Bridges. Ce calice est exactement celui de la figure, en particulier du fruit jeune dessiné à part. Les lobes sont ovales, obtus avec un bord arrondi, ondulé, portant quelquefois une courte dent (mucro) qu'on ne voit pas dans la planche et qui n'existe pas sur tous les lobes de la même fleur. Tube et lobes du calice, dans leur ensemble, n'ont pas plus de trois à quatre millimètres, tandis que dans la pomme de terre cultivée ils ont au moins six et ordinairement dix millimètres.

D'après le dessin la fleur est plus petite que dans la pomme de terre et surtout le calice est plus court relativement à la corolle. En outre, les segments principaux de la feuille sont plus étroits et les petits segments sont moins inégaux que dans la plupart des pommes de terre cultivées. La pubescence est moindre. Dans sa lettre du

11 janvier 1886, M. Baker convient que les lobes du calice diffèrent notablement de ceux de la pomme de terre commune cultivée.

Ce point n'avait pas échappé à la sagacité de sir Joseph Hooker (Fl. antarct. 2, p. 331), mais comme il n'avait pas donné un nom à cette forme, je propose de l'appeler *Solanum Bridgesii*, d'après le collecteur. Probablement d'autres échantillons du Chili ou du Pérou rapportés également par M. Baker au *S. tuberosum*, ont les lobes du calice obtus et appartiennent à ce même *S. Bridgesii*. C'est un point à examiner dans l'herbier de Kew.

Lorsqu'on parle du calice dans ces espèces il faut faire attention aux changements qui se passent entre l'état de bouton et de fleur épanouie. Je mentionne toujours ce dernier état, mais tel calice 5-partite, à lobes lancéolés, a été souvent dans la préfloraison 5-fide, à lobes oblongs et obtus.

Ceci me fait douter maintenant que l'échantillon de Talcagoué, de Claude Gay, rapporté par Dunal et ensuite par moi (Origine des pl. cult., p. 41) au *Solanum tuberosum* ne doive pas être exclu et rapporté plutôt au *S. Bustillosi* Philippi, Linn. 29, p. 24, dont je possède un échantillon authentique en bon état récolté dans les Cordillères de Colchagua au Chili. On ne sait pas s'il développe des tubercules et ce caractère n'a pas été constaté non plus dans l'échantillon douteux de Talcagoné, qui est en boutons et où par conséquent la forme définitive des lobes du calice est inconnue. La pubescence veloutée est celle du *S. Bustillosi*.

Le Solanum de Lechler, plant. chilens. n. 826, distribué par Hohenacker sous le nom de *S. tuberosum var.*, n'a pas de tubercules selon Lechler. C'est le *S. etubercu-*

latum de Dunal et de Lindl. (Bot. mag. t. 1712,) d'après mon échantillon authentique de la Cordillère de Ranco, semblable à celui de Pœppig 780, mentionné par Dunal. Les lobes du calice courts et obtus dans le bouton deviennent lancéolés, mais peu aigus, dans la fleur.

Les Solanum de la république Argentine sont tous différents du *S. tuberosum*, d'après les nombreux échantillons de l'herbier de M. Hieronymus qu'il a bien voulu me communiquer.

Le *S. tuberosum* Dun. in Prodr., de Buenos-Ayres, dont nous avons le type, est certainement tout autre que le *tuberosum*, à cause des feuilles et des lobes obtus du calice.

Ceux du Mexique et des États-Unis ne peuvent pas être l'origine de la pomme de terre cultivée puisque la culture de cette plante n'existait pas dans l'Amérique septentrionale avant l'arrivée des Européens[1], mais il est assez singulier qu'une forme spontanée très voisine du *S. tuberosum* existe dans le Nouveau Mexique et l'Arizona. M. Asa Gray la nomme *S. tuberosum boreale* (*Synopt. Flora*, 1877, vol. 2, part. 1, p. 227). Il ajoute que c'est son ancien *S. Fendleri*, de l'American journal (v. 22, p. 285). D'après un échantillon recueilli dans l'Arizona par Lemmon[2] et nommé par Gray lui-même, je ne vois pas bien comment cette forme diffère du *S. verrucosum* Schlecht. Hort. Halensis, t. 2. C'est le fruit maculé qui a déterminé le nom spécifique de celui-ci, mais la plante vivante que j'ai vue et décrite en 1855 (*Prodr.* 13

[1] A. de Candolle, Origine des plantes cultivées, p. 37.

[2] Sur l'habitat de cette plante et sur ses deux formes, à fleurs blanches et fleurs bleues, voir Lemmon, The discovery of the Potato in Arizona, br. 8°, 1883.

part. 1, p. 677) n'a pas toujours les taches de couleur blanche figurées par Schlechtendal. La principale différence de ces échantillons ou de ceux figurés jadis au jardin de Halle, relativement à la pomme de terre cultivée, est dans le calice plus court, dont les lobes élargis à la base sont ovato-acuminés. Les segments de la feuille sont aussi moins nombreux.

Lindley (*Journal of the Hortic. Soc.* 3, p. 65) et Baker (*Journ. of the Linn. Soc.* p. 501, 503) rapportent au *S. tuberosum* d'autres formes du Mexique, qui paraissent s'en éloigner un peu plus, et comme la culture de la pomme de terre est sortie de l'Amérique méridionale, je reviens aux formes de cette région qui ont pu en être l'origine.

Lorsqu'on a éliminé celles à lobes du calice obtus, et d'autres à calice beaucoup plus court que la corolle, ayant d'ailleurs les segments de feuilles moins nombreux que dans la pomme de terre, on retombe sur le Solanum du Chili que Sabine (*Trans. of the Hortic. Soc.* 5, p. 249, pl. 2), Lindley (*Journ. of the Hortic. Soc.* 3, p. 66), Darwin (*Voyage*, éd. 1852, p. 285) et moi (*Géogr. bot.*, p. 810, *Origine des plantes cultivées*, p. 40) avons jugé être le *S. tuberosum* à l'état spontané ; ou bien sur des formes du Chili, de la Bolivie et peut-être du Pérou, que Baker a rapportées au *S. tuberosum*, quoique très différentes du *S. Bridgesii*.

Il cite, par exemple, dans les synonymes du *S. tuberosum* les échantillons de Mandon, n° 397. J'en possède deux exemplaires récoltés en Bolivie, province de Larecaja, près de Sorata, au milieu de rochers, à 3500^{m} d'altitude. Cette plante diffère assez notablement de la pomme de terre par des segments de feuilles moins nombreux,

plus étroits (oblongs ou lancéolés, aigus) et surtout sessiles, tandis que dans le *S. tuberosum* cultivé et le *S. Maglia* qui me paraît synonyme, ils sont pétiolulés. Dans les feuilles de tiges non fleuries les segments sont aussi nombreux que dans certains pieds cultivés (7-9), mais ils sont sessiles, oblongs-aigus, trois fois plus longs que larges. La fleur ne diffère pas de celle de la pomme de terre: lobes du calice lancéolés et allongés, corolle bleue comme cela se voit souvent dans la plante cultivée. Je propose d'appeler cette forme *S. Mandoni*.

Un échantillon envoyé jadis par M. Philippi, sous le nom de *S. esculentum var.*, qui avait été égaré dans mon herbier, est plus voisin de la plante cultivée[1]. Il a été récolté dans l'île de Chiloe. Les segments de la feuille, sur une tige fleurie, sont au nombre de sept. Dans le *Maglia* c'est ordinairement cinq, mais d'après la figure du *Botanical magazine* tantôt 5 et tantôt 7. Ils sont d'ailleurs ovales ou elliptiques, obtus ou aigus soit à la base soit à l'extrémité, comme dans la figure, clairement pétiolulés, et les petits segments intermédiaires sont aussi nombreux et irréguliers que dans la pomme de terre. La fleur n'en diffère pas. Elle est bleuâtre, et les lobes du calice sont acuminés. Cette plante, qui a les feuilles du *S. tuberosum* cultivé, croît dans une de ces localités humides du littoral qu'on regarde comme celles du *Maglia*, et puisque le nombre des segments principaux et accessoires varie dans la pomme de terre cultivée, il paraît que le *Maglia* n'est qu'une forme légèrement différente du *S. tuberosum*.

La planche 42 du mémoire de Baker montre le Sola-

[1] Le nom *esculentum* avait été donné par quelques auteurs au *S. tuberosum* L.

num de l'archipel Chonos récolté par Darwin, attribué par lui au *S. tuberosum*, et par Baker au *S. Maglia*. Ses segments varient de 5 à 7. Les petits segments intercalés y font presque défaut, mais on en voit dans les autres figures du *S. Maglia*.

Ainsi la distinction du *S. tuberosum* cultivé ou spontané à Chiloe et du *S. Maglia*, admise par Baker et sir J. Hooker, est bien difficile. Les caractères qui les séparent sont variables. Au contraire, ceux qui les unissent (segments pétiolulés, lobes du calice acuminés) sont d'une nature constante.

L'habitation est différente, dit-on, mais l'échantillon de mon herbier qui ressemble le plus au *S. tuberosum* vient d'une localité humide et fraîche du littoral, comme celles du *Maglia*.

Sir J. Hooker autrefois (Fl. antarct.) et M. Baker dans son mémoire récent ont rapporté plusieurs échantillons du Pérou, recueillis par Mac Lean, Mathews, etc., au *S. tuberosum*, mais le mélange dans l'herbier de Kew de formes différentes nommées de cette manière résulte pour moi du *S. Bridgesii*, certainement différent, et des observations faites à Kew par M. Hemsley (*Journal of the Hortic. Soc.* 1878, vol. 5, new series). Je doute beaucoup qu'il existe dans les herbiers des échantillons plus semblables au *S. tuberosum* cultivé que celui de Chiloe dont j'ai parlé et même que les *Maglia* du Chili, attribués par d'excellents observateurs au *S. tuberosum*. Ceux du Pérou de Mathews, dans l'herbier de Kew, attribués souvent au *S. tuberosum*, sont d'après M. Hemsley (*l. c.*, p. 124) *a distinct looking form*.

M. Hemsley s'appuie sur la multiplicité des formes voisines du *tuberosum* en Amérique et sur les diversités

des pommes de terre cultivées pour émettre l'hypothèse que celles-ci proviendraient de plusieurs souches américaines. La plante cultivée varie cependant bien peu, excepté pour les tubercules sur lesquels opère la sélection, et de plus les pommes de terre introduites au XVIme siècle, de deux pays fort éloignés, étaient semblables d'après les planches et les descriptions de l'époque.

En définitive je ne vois pas de motifs suffisants pour changer l'opinion que j'ai émise autrefois et ensuite dans le volume sur l'Origine des plantes cultivées, opinion qui était celle de Sabine, Lindley et Darwin, lorsqu'ils admettaient l'identité spécifique des S. tuberosum et du Maglia. Il me paraît encore plausible que l'espèce ordinaire du Chili, sous la forme de mon échantillon de Chiloe ou même du *S. Maglia* des auteurs, croissant peut-être aussi (?) dans le Pérou, a servi aux cultures chiliennes et péruviennes, d'où sont provenues les plantes introduites en Europe par deux voies différentes, au XVIme siècle. La culture de cette époque en Virginie étant postérieure à la découverte de l'Amérique ne change rien à cette manière de voir, d'autant plus qu'on n'a démontré ni que les anciens habitants de l'Amérique septentrionale aient cultivé la pomme de terre ni que les Solanum à tubercules de cette région soient semblables au *S. tuberosum* cultivé.

Plus on étudie ces espèces tuberculées plus on est frappé des différences minimes qui les séparent. Ce ne sont pas des espèces analogues à celles de Linné, mais plutôt des formes secondaires, comme on en reconnaît aujourd'hui dans les Rubus, Rosa, etc., sans vouloir cependant les qualifier de variétés. On peut les dénommer comme des espèces pour mieux s'entendre, et les classer de différentes manières pour approcher d'une classification natu-

relle, sans jamais être bien satisfait. Que sera-ce quand les horticulteurs auront multiplié des hybrides entre le *Maglia*, par exemple, et la pomme de terre cultivée, comme ils commencent à le faire[1]? La confusion deviendra peut-être inextricable, ou la facilité du croisement, preuve de la similitude intérieure de ces plantes, montrera qu'il ne convient pas de les séparer comme espèces.

Les diagnoses qui suivent résument l'opinion à laquelle je suis arrivé après de minutieuses recherches sur des échantillons presque tous authentiques.

S. Bridgesii, ramis et inflorescentia pilosulis, segmentis folii 9-10 petiolulatis ovato-oblongis acutis basi sæpius obtusis glabris, rhachi pilosula, interjectis ab ejus basi segmentis minoribus irregularibus ovatis rotundisve sessilibus, lobis calycinis ovalibus nunc mucronatis corolla multo brevioribus. S. tuberosum Baker, *Journ. Linn. Soc.* 20, p. 490, t. 41 (quo ad specimen Bridges 719). In Chili prov. Valdivia. Diagnosis ex icone et fructu juniore. An segmenta folii vere glabra ut in icone ?

S. tuberosum L., plus minus pilosum, segmentis folii 5-9 petiolulatis ovatis acutis obtusisve extremis paulo majoribus, minoribus supra basim interjectis irregularibus ovatis vel rotundatis petiolulatis vel subsessilibus, lobis calycinis lanceolatis acutis corolla sæpius dimidio brevioribus.

α. *Chiloense*, segmentis majoribus 7, basi acutis vel obtusis, minoribus plerumque ovatis in eadem planta sessilibus vel petiolulatis. In insula Chiloe. S. esculentum? var. Philippi anno 1862 in herb. DC. Flores omnino S. tuberosi culti. Corolla cærulea. Folii basis ut in culto segmentis orbata. Varietas culto proxima.

β. *cultum,* segmentis majoribus numero et amplitudine variabili basi plerumque obtusis nunc oblique subcordatis, tuberculis majoribus forma colore etc. variantibus, corolla alba v. cærulea.

γ. *Sabini*, segmentis majoribus 5-6 basi in eadem planta obtusis vel acutis, minoribus raris ovatis. In littore Chili. S. tuberosum

[1] Voir *Gardeners chronicle*, 24 octobre et 14 novembre 1885.

Sabine in Trans. hort. soc. 5, p. 249, t. 9 et 10; Darwin Voyage. S. Maglia Hook. fil. Bot. mag. t. 6756. Caules costulis in icone Hookeri subalati, quod deest in Sabini. Corolla alba, extus apice cærulescens in ic. Sabini. Stylus stamina superans, quod sæpe in cultis.

δ. Maglia, segmentis majoribus 3 plus minus petiolulatis ovato-acutis, terminali majore, minoribus nullis vel rarissimis. In littore Chili. S. tuberosum Pœpp. herb. 72 n. 105 in h. DC. S. Maglia Molina?, Schlecht. H. Hal. p. 6, Dunal ! in Prodr. et h. DC., Baker l. c. t. 42.

S. Mandoni, parce pubescens, segmentis folii 5-11 oblongis acutis lateralibus sessilibus, terminali vix majore petiolulato, interjectis a basi minoribus irregularibus ovatis obtusis sessilibus, lobis calycinis lanceolatis corolla dimidio brevioribus. S. tuberosum herb. Mandon 397 ! Baker l. c. p. 496 (quoad specimen Mandoni). In montibus Boliviæ prov. Larecaja. Folia inferiora vel caulis non floriferi in specimine meo aliis multo majora, 18-20 cent. longa, segmentis majoribus 5-8 cent. longis, 2-3 cent. latis, minoribus plurimis. Corolla cærulea, 15 mill. longa.

RECHERCHES

SUR

L'AMIDON SOLUBLE

ET SON ROLE PHYSIOLOGIQUE CHEZ LES VÉGÉTAUX [1]

PAR

M. le Dr Jean DUFOUR
Assistant au Polytechnicum de Zurich.

Le titre du présent travail paraîtra peut-être, au premier abord, assez paradoxal. Le botaniste est habitué, en effet, à rencontrer constamment l'amidon sous la forme de granules microscopiques, organisés, insolubles dans l'eau et dans l'alcool. Cet amidon en grains est, on le sait, excessivement répandu dans les tissus végétaux; il constitue non seulement le produit le plus ordinaire de l'assimilation des cellules à chlorophylle, mais, très fréquemment aussi, un matériel nutritif de réserve, emmagasiné dans certains organes : tubercules, rhizomes, bulbes, etc.

La substance que j'appelle, provisoirement du moins, *amidon soluble*, ne possède point cette grande dispersion. Sa présence constitue bien plutôt une exception ; son

[1] *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, XXI, 93. Extrait par l'auteur.

rôle physiologique est certainement modeste. Le tissu épidermique de certains végétaux paraît être le siège principal de sa production.

Soluble dans l'eau et dans l'alcool, cette substance est caractérisée essentiellement par la curieuse propriété de former avec l'iode une combinaison bleue que l'on peut obtenir facilement, soit dans les cellules, soit en dehors de celles-ci, sous la forme de cristaux en aiguilles. D'autre part, « l'amidon soluble, » isolé, possède également la faculté de revêtir une forme cristalline.

La littérature du sujet est peu considérable. Seules, quelques notices, assez anciennes déjà, mentionnent la présence « d'amidon sans forme » chez deux genres de Liliacées. Après un bref résumé de ces travaux, nous essayerons de décrire quelques-unes des propriétés physiques et chimiques de l'amidon soluble ; ensuite, nous examinerons son mode de répartition dans les divers tissus d'une même plante, puis sa dispersion chez un certain nombre d'espèces. Suivront enfin quelques observations sur le rôle physiologique probable de la substance.

I. Littérature.

La présence, dans le tissu épidermique, d'une substance non différenciée en granules et donnant avec l'iode un fin précipité bleu, a été signalée en premier lieu chez *Gagea lutea* Schult., par M. Sanio [1].

Très peu de temps après, M. Schenk [2] publiait une

[1] Kurze Notiz über formlose Stärke. *Bot. Zeitung*, 1857, p. 420.

[2] Ueber formlose Stärke. *Bot. Zeit.*, 1857, p. 497. Cette observation fut confirmée, pour *O. pyrenaicum*, par M. Trecul, *Bull. de la Soc. bot. de France*, 1858, p. 711.

courte notice sur une observation semblable faite par lui, quelques années auparavant, chez trois espèces d'*Ornithogalum.*

Enfin, M. Carl Nægeli [1], reprenant en 1860 l'étude de « l'amidon sans forme » d'*Ornithogalum,* s'attache à démontrer que cette substance n'a aucune analogie avec l'amidon ordinaire et n'est probablement pas soluble dans l'eau. La propriété de « l'amidon soluble » de donner une réaction bleue avec l'iode est détruite par l'action de l'eau, de l'alcool, par la chaleur et par la dessiccation. C'est précisément cette faculté de se décomposer si facilement qui engage M. Nægeli à ne pas ranger « l'amidon sans forme » d'*Ornithogalum,* parmi les hydrates de carbone. L'auteur serait plutôt disposé à le considérer comme appartenant au groupe des substances albuminoïdes.

Disons-le tout de suite, cette grande facilité de décomposition, attribuée par M. Nægeli à « l'amidon soluble, » ne s'est aucunement vérifiée dans nos recherches. La substance est en réalité *dissoute,* et non modifiée par les divers réactifs. Je crois pouvoir attribuer la méprise de M. Nægeli en grande partie au fait que ce botaniste n'avait à sa disposition que l'*Ornithogalum umbellatum* L., plante où l'amidon soluble n'est pas très abondant. Si M. Nægeli avait vu la substance telle qu'elle se présente chez *Gypsophila perfoliata,* L. ou *Saponaria officinalis,* L., il serait certainement arrivé à de tout autres résultats.

Depuis les publications [2] de ce savant, « l'amidon sans forme » disparaît, pour ainsi dire, de la littérature bota-

[1] Ueber das angebliche Vorkommen von gelöster oder formloser Stärke bei *Ornithogalum. Beiträge zur wiss. Botanik*, II, p. 187.

[2] Voir aussi : Die Stärkekörner. *Unters. von Nægeli und Cramer*, Heft II (1858) p. 167 et suiv., puis p. 381.

nique. Du moins, je n'ai réussi à trouver aucun travail s'occupant du rôle et de la nature de cette substance.

II. Propriétés physiques et chimiques de l'amidon soluble.

L'observation qui constitue le point de départ de ce travail est facile à répéter. Détachons un fragment d'épiderme foliaire de *Saponaria officinalis* ou de *Gypsophila perfoliata*, et plaçons-le dans une solution diluée de iodure de potassium iodé. Aussitôt nous voyons, à l'œil nu déjà, le tissu prendre une coloration violette intense. Examinées au microscope, les cellules paraissent remplies d'une substance violette, plus ou moins homogène, non différenciées en granules.

Prenons maintenant un second fragment d'épiderme, et ajoutons-lui, au lieu de iodure de potassium iodé, une goutte d'une simple solution alcoolique d'iode. Dans quelques cellules se montre une coloration bleue fugitive, souvent aucune réaction particulière n'apparaît. Mais attendons quelques minutes. Lorsque l'alcool commence à s'évaporer, un spectacle inattendu s'offre à nos yeux. Vers les bords du verrelet, souvent aussi dans l'intérieur de la préparation, apparaît de plus en plus distinct un *précipité bleu*, en partie amorphe, en partie formé de belles *aiguilles cristallines*.

Que s'est-il passé? L'iode s'est tout simplement *combiné* avec la substance amyloïde contenue dans les cellules, pour former un *iodure* bleu, soluble dans le liquide et qui se dépose lorsque l'alcool s'évapore.

Nous voilà donc en présence de deux corps différents

dont il faut étudier les propriétés : d'abord la substance incolore, primitivement contenue dans les cellules, « l'amidon soluble ; » puis son dérivé iodé bleu.

§ 1. *La substance primitive.*

Elle existe en plus ou moins grande abondance dans l'épiderme foliaire des deux plantes déjà nommées, puis de *Hordeum* sp. div., *Arum italicum* Mill., *Bryonia dioica* Jacq., *Ornithogalum umbellatum* L., et de quelques autres encore.

Les observations qui suivent se rapportent plus particulièrement à *Saponaria officinalis*, mais les réactions principales ont été effectuées aussi chez d'autres plantes et montrent que la substance est probablement partout de même nature.

Examinées à sec ou dans l'eau, les cellules épidermiques qui contiennent de l'amidon soluble n'offrent en général rien de particulier ; quelquefois cependant, on aperçoit dans les cellules des gouttes fortement réfringentes, de grandeur variable, qui disparaissent au bout de quelques minutes.

La substance primitive est soluble dans l'eau et dans l'alcool ordinaire, beaucoup moins dans l'alcool absolu, difficilement soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme. Les acides et les alcalis extraient rapidement l'amidon soluble, quelques-uns d'entre eux en le modifiant.

On peut obtenir facilement une certaine quantité de la substance en soumettant des feuilles entières de *Saponaria* (fraîches ou desséchées) à l'ébullition dans de l'eau distillée, pendant 30 à 40 minutes. Le liquide est filtré, puis concentré au bain-marie.

Une seconde méthode d'extraction utilise la solubilité de la substance dans l'alcool ordinaire.

La substance extraite de l'épiderme foliaire de *Saponaria* se présente sous deux formes différentes : à l'état amorphe ou à l'état cristallisé.

Une solution aqueuse ou alcoolique de la substance évaporée rapidement, sous l'influence de la chaleur, donne un résidu amorphe, une croûte jaune ou blanchâtre, plus ou moins homogène. Traité par l'iode, ce résidu se colore immédiatement en violet.

Lorsqu'on laisse une goutte de la solution aqueuse se dessécher lentement sur une lame de verre, on voit apparaître de nombreux *sphérocristaux* jaunâtres, isolés ou réunis par groupes de deux à trois. C'est là la forme cristalline revêtue habituellement par « l'amidon soluble. »

Les dimensions de ces sphérocristaux sont variables. Chez les plus gros, le diamètre atteint 120 à 150 μ. Chez les plus petits, il n'est que de 10 à 20 μ.

Les cristaux polarisent assez fortement. Lorsque l'arrangement des éléments autour d'un centre est régulier et que l'épaisseur du sphérocristal n'est pas trop considérable, on voit apparaître nettement la croix caractéristique. Le rapport des axes optiques fut déterminé avec le secours obligeant de M. le professeur Cramer, au moyen d'une plaque de gypse donnant le rouge de premier ordre. D'après la disposition des couleurs d'addition et de soustraction, on peut conclure que le petit axe d'élasticité [1] est situé dans le sens de la longueur des aiguilles prises isolément. Le grand axe d'élasticité est perpendi-

[1] D'après la nomenclature de M. Nægeli.

culaire au petit axe. Par conséquent, si l'on considère le sphérocristal en entier, c'est le petit axe qui est radial.

Dans les grains d'amidon ordinaires, la disposition des axes est précisément inverse.

Les sphérocristaux sont solubles dans l'eau et dans l'alcool (plus lentement dans ce dernier liquide). La réaction caractéristique de l'iode ne leur fait nullement défaut. Il suffit de les traiter par une dissolution de iodure de potassium iodé, pour leur voir prendre instantanément une coloration bleue ou violette intense. La réaction est très nette, même chez les faisceaux d'aiguilles cristallines isolées.

Nos sphérocristaux ne sont certainement pas comparables à des grains d'amidon organisés, car ils ne possèdent pas la faculté de l'imbibition. Ni les alcalis, ni les acides ne provoquent chez eux de gonflement ; il y a dissolution pure et simple. L'iodure de potassium iodé paraît, il est vrai, colorer les sphérocristaux en violet dans leur masse entière et non seulement à la surface, mais je ne crois pas que ce phénomène ait de l'analogie avec ce qui se passe chez les grains d'amidon mis en présence de l'iode. Chez nos sphérocristaux, la substance paraît, non pas s'imbiber d'iode, mais changer subitement de nature chimique, entrer en combinaison avec le métalloïde, tout en conservant sa forme primitive.

Chauffés à sec, les sphérocristaux deviennent d'un jaune plus vif, perdent leur structure cristalline, et se transforment en grosses gouttelettes, que l'iode colore cependant encore en violet. Si nous chauffons davantage, les gouttes cessent de donner la réaction violette, on voit apparaître dans leur intérieur de grosses bulles de gaz et leur coloration passe au brun noir.

§ 2. *La combinaison iodée.*

L'iode paraît avoir une grande affinité pour l'amidon soluble. Dès qu'on le met en présence de cette substance, il s'unit avec elle pour former une combinaison bleue ou violette.

Si l'on place dans une solution aqueuse concentrée de notre substance, quelques petits cristaux d'iode, chacun d'eux s'entoure bientôt d'une zone bleue, puis au bout de quelque temps, il se forme autour de chaque cristal une sorte d'enveloppe à demi solide, d'un bleu d'une intensité remarquable.

Tous les réactifs contenant de l'iode à l'état libre sont d'ailleurs aptes à la production du composé. En revanche, l'iodure de potassium, employé *seul*, ne provoque aucune réaction bleue chez « l'amidon soluble. » Mais, si l'on ajoute au tissu imbibé de iodure une goutte d'eau chlorée qui met l'iode en liberté, la coloration caractéristique apparaît instantanément dans les cellules. On sait que l'amidon ordinaire, en grains, se prête à une réaction analogue.

Pour observer la formation de la combinaison iodée *dans les cellules*, il est préférable de se servir de *iodure de potassium iodé* [1]. Lorsque l'amidon soluble existe en abondance, toutes les parties du suc cellulaire prennent une coloration violette plus ou moins homogène, tandis que

[1] J'ai toujours employé la solution indiquée par Behrens dans son excellent *Hilfsbuch zur Ausführung mikroskopischer Untersuch. im bot. Laboratorium* (1883), p. 258. Le réactif contient 3 grammes d'iodure de potassium, plus 1 gramme d'iode métallique, sur 60 c. c. d'eau distillée. Il est employé pur ou dilué *ad libitum*.

le protoplasma et le noyau se teignent en jaune [1]. Ailleurs, une partie seulement de la cellule donne la réaction, surtout lorsque l'iode pénètre lentement à travers la membrane. On dirait que les molécules d'amidon soluble se précipitent sur l'iode pour s'unir avec lui et former un nuage floconneux bleu ou violet, limité à un coin de la cellule.

On peut faire agir l'iode en dissolution dans la benzine, dans l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme ou la glycérine, on obtient également la combinaison iodée dans l'intérieur des cellules, sous la forme d'une substance rouge, violette ou bleue, amorphe. On voit souvent aussi apparaître dans les cellules un précipité floconneux ou filamenteux, ou de fines aiguilles cristallines.

Les procédés employés pour obtenir la combinaison iodée *en dehors des cellules*, reviennent en somme à ceci : ajouter de l'iode à une solution aqueuse ou alcoolique de la substance amyloïde, puis soumettre le tout à l'évaporation. On obtient ainsi soit une croûte amorphe rouge ou bleue, soit un précipité formé de fines aiguilles cristallines. Ces deux types sont reliés par de nombreuses formes intermédiaires, précipités floconneux, filamenteux, etc.

Les *aiguilles cristallines bleues* sont parfois isolées, le plus souvent réunies en faisceaux ou en agrégats ramifiés de la plus grande délicatesse. Souvent, on voit des aiguilles se grouper radialement autour d'un centre commun, mais on n'obtient pas de sphérocristaux parfaits,

[1] Le corps protoplasmique devient particulièrement net par l'action de l'acide acétique dilué. On peut aussi provoquer sa contraction à l'aide d'une solution de sucre.

comme chez la substance primitive. Les dimensions des aiguilles varient du reste beaucoup : pour la longueur, de 2-3 μ jusqu'à 300-400 μ ; pour l'épaisseur, de 6 μ à des fractions de μ.

Ces cristaux polarisent nettement, et les axes paraissent avoir la même orientation que chez les sphérocristaux précédemment décrits, c'est à dire le petit axe d'élasticité disposé suivant la longueur de l'aiguille.

La combinaison iodée peut être conservée à l'air libre pendant assez longtemps sans se décomposer. Dans des préparations datant de trois mois, je trouve encore la majorité des cristaux avec leur aspect normal ; à quelques places cependant, le composé s'est décoloré partiellement. Il se peut donc qu'à la longue la combinaison iodée finisse par s'altérer.

Les cristaux bleus se dissolvent dans l'alcool, l'eau, la glycérine (en excès), les acides et les alcalis. Ils sont difficilement solubles dans l'éther, la benzine et le chloroforme. L'ammoniaque et la potasse caustique communiquent aux cristaux, pendant la dissolution, une teinte jaune passagère. L'acide sulfurique les transforme en une substance brune puis noire, souvent finement granuleuse. Enfin, sous l'influence de l'acide azotique, les cristaux se dissolvent très rapidement, mais en donnant naissance à un corps brun noir, tantôt finement granuleux, tantôt en petites aiguilles ressemblant beaucoup aux cristaux sublimés d'iode.

Des cristaux bleus chauffés lentement, à sec, pâlissent et se décolorent au bout de peu d'instants. En même temps, la structure cristalline se détruit, les cristaux semblent fondre, tout en conservant à peu près leur forme. Si nous chauffons davantage, la substance passe au brun,

puis au noir. Les mêmes phénomènes s'observent avec les résidus amorphes de la combinaison iodée. La chaleur les fait bientôt passer au jaune pâle, puis au jaune brun. A cet état, la combinaison n'est point encore détruite, car il suffit de lui ajouter une goutte d'eau pour lui voir reprendre instantanément une coloration bleue intense. Mais si nous continuons à chauffer, le résidu brunit de plus en plus et perd alors sa propriété de repasser au bleu par l'addition d'eau.

Étudions maintenant de plus près une des propriétés les plus curieuses de la combinaison iodée : sa faculté de revêtir *plusieurs colorations différentes*. Deux facteurs peuvent exercer, indépendamment l'un de l'autre, une influence décisive sur la coloration de la combinaison :

a) La quantité d'iode en contact avec l'amidon soluble;

b) La présence ou l'absence d'eau.

Suivant l'action de ces deux facteurs, la combinaison iodée passe à volonté du *rouge* au *violet*, du violet au *bleu*, ou inversément.

Plaçons un fragment d'épiderme de *Saponaria* dans une goutte d'eau, puis ajoutons-lui un minimnm de iodure de potassium iodé. Au bout de peu de temps, les cellules atteintes en premier lieu par le réactif se colorent rapidement en bleu; les cellules plus éloignées prennent des tons violets et rouges, suivant la *quantité* du réactif qui leur est parvenue. Nous obtenons ainsi, sur une même surface, toutes les nuances possibles du rose pâle au bleu pur. J'ajouterai que ces teintes graduées sont parfaitement visibles à l'œil nu. Mais, tous ces tons différents, on peut les voir apparaître successivement dans une seule et même cellule, si l'on suit au microscope l'action progressive du

réactif. Lorsque ce dernier agit lentement, chaque cellule parcourt la gamme complète des nuances du rose au bleu pur.

Si l'on expose aux vapeurs iodées un résidu amorphe et complètement desséché d'amidon soluble, on obtiendra seulement une coloration jaune ou rougeâtre. Ajoutons une goutte *d'eau*, et le composé passe immédiatement au bleu.

Fraîchement préparée, la combinaison iodée est bleue; mais peu à peu elle se dessèche et prend une coloration violette, puis finalement rouge. Pour faire réapparaître la coloration bleue, on n'a qu'à plonger rapidement le verre de montre contenant la substance dans l'eau. Laissons le composé se dessécher de nouveau, il redevient violet, puis rouge; mouillons-le, et le bleu se manifeste.

La combinaison iodée se comporte de la même façon à l'état cristallisé que sous la forme amorphe.

L'alcool, la benzine, le chloroforme, l'éther n'ont pas la faculté de provoquer le changement de coloration du rouge au bleu. Ils peuvent, en revanche, faire passer immédiatement au rouge les cristaux bleus fraîchement préparés.

Mais nous ne sommes pas encore au bout des phénomènes singuliers offerts par la combinaison iodée.

Nous avons là, dans un verre de montre, un résidu bleu, fraîchement préparé, de la substance. Lavons-le à l'éther, il devient rouge. Ajoutons maintenant à ce même éther un petit cristal d'iode : le résidu repasse au bleu. Même phénomène lorsqu'on emploie, au lieu d'éther, l'alcool ou la benzine. Le seul facteur nouveau introduit dans l'expérience, c'est-à-dire l'iode (ou peut-être l'acide iodhydrique?), a donc provoqué le passage du rouge au bleu.

Ces faits pourraient, à première vue, faire croire à l'existence de deux combinaisons différentes : l'une rouge, contenant moins d'iode, l'autre bleue, en contenant davantage. Par la dessiccation prolongée, une partie de l'iode se sublimerait et l'on obtiendrait le composé rouge. Mais comment expliquer alors le fait que la combinaison desséchée rouge, lavée encore à plusieurs reprises par l'éther seul, pour enlever toutes les traces d'iode libre, puisse repasser instantanément au bleu par la simple adjonction d'eau ?

Prenons maintenant une solution aqueuse, jaunâtre, « d'amidon soluble » extrait des feuilles de *Saponaria*, et laissons-y tomber goutte à goutte de la teinture alcoolique d'iode. Des nuages bleus apparaissent, puis se dissolvent rapidement, dès qu'on agite le liquide. Ajoutons un excès d'iode, et les nuages bleus persistent ; mais le liquide est trouble et filtre jaune. Si, au lieu de filtrer, nous chauffons légèrement, le précipité bleu se dissipe et le liquide redevient clair, mais jaune ; à froid, les nuages bleus réapparaissent et si l'on a affaire à une solution un peu concentrée d'amidon soluble, on obtient finalement une masse bleue d'apparence gélatineuse. Ainsi, même en ajoutant un excès d'iode, on n'arrive pas à se procurer un liquide bleu et absolument limpide.

Lorsqu'on fait agir une solution d'iode sur un mélange de diverses substances, le métalloïde se porte toujours en premier lieu et avec le plus d'énergie sur les corps pour lesquels il éprouve le plus d'affinités. L'iode délaissera même un fragment d'albumine coloré par lui en jaune pour venir se fixer sur des grains d'amidon.

Examinons ce qui se passe avec notre « amidon so-

luble. » Plaçons un cristal d'iode sur un fragment de tissu épidermique de *Saponaria*, et suivons pas à pas, au microscope, la marche de la réaction dans chaque cellule. En tout premier lieu, l'amidon soluble contenu dans le suc cellulaire se colore en bleu ; en second lieu seulement, le protoplasma et le noyau absorbent de l'iode et se colorent en jaune. Enfin, la membrane prend une teinte jaune d'intensité variable. Par conséquent, l'affinité de l'iode est plus grande pour l'amidon soluble que pour les substances albuminoïdes de la cellule. M. Nægeli indique le contraire dans son travail de 1860, mais je ne puis partager son opinion. Dans une foule de cas très nets, j'ai toujours vu la teinte bleue ou violette *précéder*, souvent de plusieurs secondes, la coloration jaune du corps protoplasmique.

Voyons maintenant quelles sont les affinités relatives de l'iode pour l'amidon soluble et l'amidon ordinaire, et prenons pour cela un fragment d'épiderme d'un jeune pétale de *Saponaria*. A une certaine période de leur développement, on y trouve en effet, dans les mêmes cellules, des grains d'amidon en abondance et de l'amidon soluble. Or, en faisant agir très lentement l'iodure de potassium iodé, j'ai pu constater qu'une coloration violette pâle des grains *précède*, de quelques secondes ou fractions de seconde, l'apparition de la réaction dans le suc cellulaire.

Mais nous pouvons étudier les affinités de l'iode à l'aide d'une méthode un peu différente. Prenons un résidu de la combinaison iodée ; ajoutons-lui une goutte d'eau distillée, puis une pointe de couteau d'amidon ordinaire. Au bout de peu d'instants, les grains d'amidon se colorent en bleu. A la dessiccation, nous trouvons sur le porte-objet, outre les grains, une mince couche amorphe, incolore,

que l'iodure de potassium iodé fait rapidement passer au violet. Mais de cristaux bleus, pas de traces.

J'ai expérimenté ces réactions avec diverses sortes d'amidon en grains : fécule de pomme de terre, de *Triticum vulgare* Vill., *Maranta indica* Juss., *Batatas edulis* Chois., *Canna edulis* Edw., etc. Partout j'ai obtenu les mêmes résultats.

Or je ne puis m'expliquer ces faits qu'en admettant l'intervention des phénomènes suivants : La combinaison iodée, soluble dans l'eau, est *détruite, dissociée* par la présence de l'amidon solide; l'iode, devenu libre, se fixe sur les grains et provoque la réaction bien connue; quant à la substance primitive, « l'amidon soluble, » elle reste en dissolution dans l'eau et forme à la dessiccation la croûte incolore mentionnée plus haut. Je ne vois pas comment expliquer les faits autrement. On pourrait supposer peut-être que la combinaison iodée est *imbibée* comme telle par les grains d'amidon et produit de cette façon leur coloration bleue. Mais nous savons que les grains d'amidon, à l'état normal, n'ont pas la faculté d'absorber des substances colorantes et restent parfaitement incolores dans du rouge d'aniline ou du tournesol [1]. Si, du reste, nous laissons quelque temps exposés à l'air les grains d'amidon bleuis au contact de la combinaison iodée, leur coloration se dissipe bientôt, comme cela arrive pour les grains traités par l'iode à l'état libre. Nous savons en revanche que la combinaison iodée elle-même reste longtemps inaltérable à l'air.

Il est facile d'ailleurs de suivre les phénomènes au microscope. On voit les cristaux bleus se dissoudre peu à

[1] Comp. Walter Nægeli, *Beiträge zur næcheren Kenntniss der Stærkegruppe* (Engelmann 1874, p. 77).

peu, et, dans leurs environs seulement, les grains d'amidon prendre en même temps une coloration bleue de plus en plus intense. Lorsque les cristaux se sont complètement évanouis, on trouve les grains qui étaient dans leur proximité immédiate colorés d'un bleu noir, tandis qu'à d'autres places de la préparation l'amidon est resté complètement incolore. Si l'on opère avec une fécule à grains assez gros, par exemple *Solanum tuberosum* ou *Canna edulis*, on remarque souvent des grains qui bleuissent sur l'une de leurs faces seulement, celle qui est voisine d'un groupe de cristaux en dissolution.

Pour que l'expérience soit décisive, il faut naturellement opérer avec des résidus de la combinaison iodée qui ne contiennent *pas trace d'iode libre.* Sans cela, il est évident que le bleuissement des grains d'amidon ne serait rien moins que concluant. Les cristaux bleus utilisés dans ces recherches ont toujours été exposés à l'air pendant deux ou trois semaines au moins, puis lavés ensuite à plusieurs reprises avec de l'éther. Les préparations traitées ainsi peuvent difficilement contenir encore de l'iode à l'état libre.

L'expérience de la dissociation m'a réussi également en opérant en gros, de la manière suivante : 50 gr. d'une solution [1] aqueuse de la combinaison iodée et 20 gr. d'amidon de pomme de terre furent mélangés intimement ; on laissa le tout reposer quelques heures, puis on filtra. Le liquide obtenu fut soumis ensuite à l'évaporation, à la température ordinaire. Or, comme je m'y attendais, le

[1] Cette solution contenait un peu d'iode à l'état libre, car il s'agissait, cette fois, non d'observer le bleuissement des grains d'amidon, mais de voir l'effet de ceux-ci sur une solution saturée de la combinaison iodée.

résidu laissé n'était pas bleu, mais incolore ; ce n'était plus la combinaison iodée, mais bien la substance primitive, l'amidon soluble. Des vapeurs iodées la firent rapidement passer au violet.

Si mes observations se vérifient, nous serions là en présence d'un fait assez curieux, en regard des considérations suivantes : L'iodure d'amidon soluble constitue certainement une vraie *combinaison chimique*, puisqu'il peut être obtenu à l'état cristallisé. D'autre part, l'opinion que l'amidon ordinaire, en grains, ne forme pas avec l'iode de combinaison véritable est très généralement répandue[1]. La coloration bleue communiquée par l'iode aux grains d'amidon est en effet fort peu constante ; ainsi elle disparaît au bout de quelque temps lorsqu'on laisse les grains exposés à l'air, ou bien encore lorsqu'on les traite abondamment par l'eau. On se représente la coloration bleue comme provenant plutôt d'une diffusion, d'un mélange moléculaire intime de l'iode et des particules d'amidon.

Or nous verrions, dans nos essais, l'iode quitter un corps avec lequel il forme une vraie combinaison chimique pour entrer dans un mélange moléculaire. L'amidon en grains serait capable de rompre une combinaison cristallisable pour se procurer de l'iode.

§ 3. *Nature chimique de « l'amidon soluble. »*

Les pages qui précèdent démontrent l'existence, dans les cellules épidermiques de quelques plantes, d'une sub-

[1] Comp. : Carl Nægeli, *Die Stärkekörner*, p. 188, et Walter Nægeli, *Beiträge*, p. 62.

stance incolore, soluble, qui possède la propriété de s'unir à l'iode pour former un composé bleu, cristallisable. Nous avons appelé jusqu'ici cette substance : *amidon soluble*. Il convient de se demander si cette dénomination est exacte, si la substance en question constitue bien un hydrate de carbone du groupe de l'amidon. Disons-le tout de suite, ce travail ne prétend en aucune façon apporter la preuve absolue de la nature amyloïde de la substance. Il est nécessaire que notre « amidon soluble » soit soumis par un chimiste à une analyse moléculaire. Alors seulement sa véritable constitution sera élucidée.

Nous pouvons cependant faire dès maintenant différentes hypothèses sur la nature intime de la substance. Essayons de voir, en procédant par élimination, si les quelques données chimiques que nous possédons sur elle engagent à donner la préférence à l'une ou à l'autre de ces suppositions [1].

Substance albuminoïde? M. Nægeli se demande déjà, dans son travail de 1860 [2], si « l'amidon sans forme » ne serait pas peut-être une substance protéique? Je crois pouvoir répondre négativement, en me basant sur les propriétés suivantes que j'ai reconnues à la substance :

[1] Les réactions qui vont être décrites ont été faites généralement à double : par voie microchimique sur des fragments d'épiderme de *Saponaria*, puis en opérant en gros, sur une solution aqueuse de la substance. Mais une circonstance vient entraver l'exactitude des opérations : *il est évident que cette solution n'est pas pure*. Elle contient certainement beaucoup d'amidon soluble, comme on peut s'en assurer en y jetant quelques petits cristaux d'iode, mais d'autres substances ont été probablement extraites en même temps des feuilles de *Saponaria*. Il faudrait donc, avant tout, arriver à purifier complètement la substance par des méthodes exactes. Ce travail est du ressort d'un chimiste de profession.

[2] Loc. cit., p. 192.

a) D'abord ses propriétés physiques, sa faculté de cristalliser et sa solubilité (en particulier dans l'alcool ordinaire).

b) Sa non-coagulation par l'action de la chaleur, des acides acétique et picrique et d'une solution de tannin.

c) Sa manière de se comporter vis-à-vis du réactif de Millon et des couleurs d'aniline.

d) L'iode colore généralement les substances protéiques en jaune et non en bleu.

Huile, graisse, etc.? Les propriétés physiques de la substance, en particulier la solubilité facile dans l'eau, difficile dans l'éther, la benzine, etc., parlent évidemment contre cette supposition.

Glycoside? Il est possible que « l'amidon soluble » soit simplement un glycoside. Les méthodes microchimiques actuelles ne suffisent pas pour caractériser convenablement ces corps.

Tannin? Des colorations roses sont provoquées chez certains tannins par l'iodure de K iodé. Mais, à ma connaissance, il n'existe pas de tannins donnant avec l'iode des teintes bleues pures. Les réactifs du tannin : molybdate d'ammoniaque, chlorure de fer, bichromate de potasse donnent tous avec notre substance un résultat négatif. Si l'on ajoute à de l'amidon soluble une dissolution de gélatine, aucun précipité n'apparaît.

Hydrate de carbone? Si nous prenions en considération seulement la coloration bleue communiquée par l'iode, la place du composé sera toute trouvée dans le groupe complexe de l'amidon. Mais si nous mettons en regard sa grande solubilité dans l'eau et dans l'alcool ordinaire, l'analogie avec l'amidon devient très douteuse.

Notre substance n'est probablement pas identique

avec l'*amidon soluble des chimistes*[1], car, à notre connaissance, on n'a jamais obtenu avec ce dernier corps une combinaison iodée cristallisable. Quelques essais entrepris dans cette direction ne m'ont donné jusqu'ici que des résultats négatifs. J'espère, du reste, pouvoir reprendre plus tard l'étude de ce point spécial.

J'ai obtenu encore, avec la solution aqueuse de la substance extraite de *Saponaria*, les réactions suivantes qui ne parlent certainement pas contre la possibilité de la rattacher au groupe des hydrates de carbone : 1° précipité blanc jaunâtre, floconneux, assez abondant, avec l'eau de baryte ; 2° précipité analogue avec l'eau de chaux ; 3° id. avec l'acétate de plomb ; 4° réduction assez prononcée de la liqueur de Fehling après une courte ébullition. Enfin, 5° l'alcool absolu donne naissance à un précipité floconneux dans l'extrait des feuilles de *Saponaria*. Mais ces réactions sont-elles bien provoquées par l'amidon soluble ? Sont-elles peut-être dues à d'autres substances extraites également des feuilles? Voilà ce que je dois laisser en suspens. Notons encore, comme indication négative, la non-précipitation de la substance par le tannin.

Le nom « d'amidon soluble, » appliqué à la substance renfermée dans l'épiderme de *Saponaria*, *Gypsophila*, etc.,

[1] Pour la préparation et les propriétés de cette substance, obtenue en soumettant l'amidon ordinaire à l'action de certains dissolvants, par exemple, des acides chlorhydrique ou sulfurique, comp. : Carl Nægeli, *Stärkekörner*, p. 174 ; Walter Nægeli, *Beiträge*. p. 21 et suiv., où l'historique de la question de la solubilité de l'amidon ordinaire est très soigneusement traité ; puis Ebermayer, *Physiolog. Chemie der Pflanzen*, p. 204 ; Beilstein, *Organ. Chemie*, p. 592 ; Musculus, *Comptes rendus*, 1870, p. 857, et *Bot. Zeitung*, 1879, p. 345.

reste donc *provisoire*, cela est bien entendu. Il se base essentiellement sur la réaction bleue obtenue par l'action de l'iode. Si je le conserve ici, c'est à défaut d'une dénomination plus précise, et parce que la création d'un nouveau nom pour une substance aussi mal déterminée me paraît inopportune.

III. Répartition de la substance dans les tissus.

Dans la plupart des plantes qui contiennent de l'amidon soluble, cette substance occupe en première ligne l'*épiderme* des deux faces de la feuille, celui de la tige et des organes floraux. C'est là son siège principal, c'est là qu'elle existe parfois en abondance.

La production de l'amidon soluble n'est cependant pas limitée exclusivement au tissu épidermique. Dans les tiges de *Saponaria offic.* et de *Gypsophila perfol.*, la réaction caractéristique apparaît aussi dans deux ou trois couches de cellules sous-jacentes ; çà et là, quelques cellules appartenant à des couches plus profondes de l'écorce herbacée réagissent encore. Dans les feuilles de *Saponaria*, *Alliaria officinalis, Bryonia dioica*, etc., j'ai observé fréquemment la substance, en petite quantité il est vrai, dans les cellules vertes du parenchyme.

Dans les parties souterraines de la tige et dans les racines, la substance paraît manquer totalement.

L'épiderme des organes floraux est en général riche en amidon soluble (*Sapon.* et *Gypsoph.*). Toutefois, chez les pétales de *Saponaria*, la distribution de la substance est assez singulière. Elle existe en abondance dans le

tissu épidermique des deux faces du limbe, mais on n'en trouve que très peu dans l'onglet.

Il y a enfin bon nombre de végétaux où la production de l'amidon soluble semble être l'apanage exclusif de certains organes, ou même de cellules déterminées. Ainsi, chez plusieurs Caryophyllées : *Tunica Saxifraga* Scop., *Gypsophila paniculata* L., *G. repens* L., je ne trouve en général pas trace de la substance dans la tige et les feuilles; les organes floraux seuls en contiennent. Chez *Hordeum trifurcatum* Schl., la substance existe dans l'épiderme des feuilles, sur les deux faces et dans toute l'étendue du limbe. En revanche, je n'en ai trouvé ni dans les cellules épidermiques de la gaîne, ni dans celles de la tige.

L'amidon soluble *apparaît de bonne heure dans les tissus*. On le rencontre déjà en abondance dans les bourgeons, dans les organes floraux en voie de développement, enfin chez les plantules, peu de temps après la germination. On trouvera dans mon mémoire du *Bulletin de la Soc. vaud. des sc. nat.* des indications plus précises à ce sujet.

Lorsqu'on suit le développement de la substance chez certains organes, par exemple dans les pétales ou dans les cotylédons, on trouve assez fréquemment que l'amidon soluble se montre, à un moment donné, chez de jeunes cellules épidermiques qui contenaient d'abord exclusivement de l'amidon en grain. Je me suis demandé tout naturellement s'il existait une relation quelconque entre les deux corps, si l'on pourrait trouver peut-être des états intermédiaires rendant probable une transformation des grains en amidon soluble. L'examen microscopique ne m'a donné jusqu'ici aucun résultat positif à l'appui de cette supposition. Du reste, rien ne prouve que la substance se soit vraiment formée dans l'épiderme. Ses

éléments constituants proviennent probablement des tissus sous-jacents, et l'amidon soluble pourrait simplement être déposé dans l'épiderme, de même que certains produits excrétoires (huiles essentielles, mucilages, résines, etc.) vont s'emmagasiner dans des réservoirs spéciaux. Comme nous le verrons plus loin, la substance qui nous occupe rentre probablement dans la catégorie de ces matières inutiles à la nutrition de la plante.

IV. Répartition de l'amidon soluble chez les végétaux.

La présence de l'amidon soluble est, nous le savons, très exceptionnelle chez les végétaux. La substance apparaît en somme chez un très petit nombre de plantes, appartenant, il est vrai, aux familles les plus diverses. Mes recherches ont porté sur environ 1300 espèces différentes, soit indigènes [1], soit exotiques, et cependant je puis ajouter seulement une vingtaine d'exemples nouveaux aux deux genres signalés autrefois par MM. Sanio et Schenk comme renfermant de « l'amidon sans forme. »

Je me suis constamment servi, dans ces recherches, du iodure de potassium iodé. Une cinquantaine d'espèces ont été étudiées dans toutes leurs parties, à l'aide de ce réactif. Chez les autres je me suis borné à l'examen de l'épiderme des feuilles, après avoir reconnu que ce tissu est très généralement le siège de la substance.

Voici maintenant la liste des plantes où j'ai pu constater la présence de l'amidon soluble :

[1] Je dois en particulier à l'obligeance de mon ami M. le prof. Schröter, d'avoir pu étudier bon nombre de plantes peu communes, provenant de ses excursions.

CARYOPHYLLÉES. *Saponaria officinalis* L., *Gypsophila perfoliata* L., *G. scorzonerifolia* (?), *G. repens* L., *G. paniculata* L., *G. elegans* Bieb., *Tunica Saxifraga* Scop. Ces quatre dernières espèces en contiennent presque exclusivement dans leurs organes floraux. En portant son attention spécialement sur ces parties de la plante, on trouvera probablement la substance chez d'autres espèces encore.

CRUCIFÈRES. *Alliaria officinalis* Andrz. Réaction variable. Am. sol. abondant chez certaines feuilles, assez rare chez d'autres.

POLÉMONIACÉES. *Gilia achilleæfolia* Benth. Am. sol. peu abondant. Réaction inconstante.

PAPILIONACÉES. *Orobus vernus* L. Dans certaines cellules épidermiques de la feuille.

MALVACÉES. *Hibiscus syriacus* L. Traces de la substance dans les stygmates. Rien trouvé dans les feuilles.

CUCURBITACÉES. *Bryonia dioica* Jacq. Am. sol. assez abondant, surtout dans les jeunes organes.

COMPOSÉES. *Centaurea paniculata* W. Dans les stomates. Réaction inconstante.

LILIACÉES. *Gagea lutea* Schultz (Sanio). *Ornithogalum umbellatum* L. (Schenk et Nægeli) *O. nutans, O. lanceolatum, O. longebracteatum* (Schenk).

AROIDÉES. Am. sol. abondant chez *Arum italicum* Mill., moins fréquent chez *A. maculatum* L.

ORCHIDÉES. Réactions douteuses chez : *Anacamptis pyramidalis* Rich., *Listera ovata* R. Br., *Orchis Traunsteinerri* Saut., *Cypripedium Calceolus* L.

GRAMINÉES[1] *Bromus erectus* Huds. Réaction inconstante.

[1] M. le prof. Cramer qui avait observé, il y a déjà nombre d'années des réactions semblables chez diverses Graminées, mais ne les avait pas publiées, m'a rendu attentif à l'examen de cette famille.

Am. sol. abondant chez la plupart des espèces du genre *Hordeum* (*H. vulgare* L., *H. hexastichum* L., *H. cœleste* Vib. etc.).

V. Role physiologique de l'amidon soluble.

Nous avons étudié la substance en elle-même, ses propriétés physiques et chimiques, sa répartition dans les tissus de quelques plantes ; nous avons passé en revue les végétaux, peu nombreux, qui contiennent de « l'amidon soluble ; » essayons maintenant de déterminer le rôle de notre substance dans l'économie de la plante.

Les données recueillies jusqu'ici permettent déjà de supposer que « l'amidon soluble » ne joue pas dans le végétal un rôle particulièrement important. Sa grande rareté, sa propension à occuper principalement, sinon exclusivement, le tissu épidermique n'autorisent guère à lui attribuer une haute fonction physiologique. Quelques expériences fort simples montrent de plus que l'amidon soluble paraît rentrer dans la catégorie des produits excrétés, sans valeur pour le végétal.

Des plantes de *Saponaria* et de *Hordeum vulgare* furent placées à l'obscurité, après avoir acquis un certain développement à la lumière. Dans ces conditions nouvelles, les plantes cessent naturellement d'assimiler, et, comme elles continuent à s'accroître et à respirer, elles consomment peu à peu toutes les substances nutritives accumulées dans leurs tissus. Au bout d'un temps plus ou moins long, elles périssent infailliblement, étiolées et épuisées. J'ai expérimenté, soit avec des plantes élevées en pot et transportées dans une armoire obscure, soit au jardin, en

recouvrant d'une caisse de bois de jeunes pieds de *Saponaria*. Le résultat fut partout le suivant : *le contenu de l'amidon soluble ne subit pas de diminution appréciable*; les plantes meurent sans que la substance disparaisse de l'épiderme.

Si l'on adapte sur des feuilles en pleine activité de fines lames d'étain, la fonction chlorophyllienne cesse dans les parties obscurcies et l'amidon ordinaire en disparaît complètement au bout de peu de jours. C'est l'expérience bien connue de M. Sachs. J'ai répété ces expériences chez *Saponaria, Gypsophila perfoliata, Hordeum vulgare* et *H. trifurcatum,* pour voir comment se comporterait l'amidon soluble dans ces conditions déterminées. Ici encore, les faits observés montrent de la façon la plus évidente que la substance n'a, physiologiquement parlant, rien de commun avec l'amidon en grains. L'amidon soluble demeure, en effet, *sans changement apparent,* dans les cellules obscurcies. Ainsi, pour donner un exemple, des lames d'étain restèrent adaptées aux feuilles (*Saponaria* et *Gypsophila*) du 15 juin au 31 juillet. Au bout de ce temps, les parties recouvertes étaient devenues presque complètement blanches, et cependant la réaction violette y apparaissait aussi abondante que dans les feuilles normales.

Suivons enfin le sort de l'amidon soluble dans la plante. La substance apparaît de très bonne heure dans les jeunes organes, reste sans subir de modifications appréciables pendant toute la durée de la croissance du végétal et, fait important pour nous, *on la retrouve en abondance dans l'épiderme des feuilles jaunies et desséchées,* vers la fin de la période végétative. Ainsi, j'obtiens une belle réaction violette dans les feuilles desséchées d'*Hordeum trifurcatum, H. distichum, Saponaria, Bryonia, Alliaria,* etc. Il

n'est même pas nécessaire d'isoler l'épiderme ; les feuilles placées telles quelles dans le iodure prennent, au bout de peu de temps, une coloration violette intense. L'examen microscopique et la production des cristaux bleus caractéristiques confirment la présence de l'amidon soluble dans les cellules épidermiques.

Enfin, je trouve également des quantités relativement considérables de la substance dans les organes floraux desséchés de *Saponaria* et de *Gypsophila*.

Or, nous savons que la plante est tout autrement économe pour les substances dont elle peut encore tirer parti. Vers la fin de la période de végétation, l'amidon ordinaire, la chlorophylle et même les matières minérales précieuses, comme la potasse et l'acide phosphorique, repassent habituellement des feuilles âgées dans la tige. Ces substances serviront à l'accroissement ultérieur du végétal ; chez les plantes annuelles, elles contribuent principalement à la maturité des graines.

Ainsi, toutes les observations recueillies jusqu'ici concordent pour attribuer à « l'amidon soluble » un rôle physiologique absolument différent de celui, si important, joué par l'amidon ordinaire. Elles nous engagent à considérer ce composé comme *un produit secondaire, excrété par la plante.*

Signalons encore, en terminant, le fait que l'amidon soluble peut se former dans l'obscurité. Des plantules de *Saponaria* et de *Hordeum*, élevées à l'abri de la lumière, contiennent de petites quantités de la substance dans l'épiderme des premières feuilles et des cotylédons.

PRÉRARATION

DES

GELÉES A BASE D'AGAR-AGAR

PAR

M. A. GUILLEBEAU
Professeur à l'École vétérinaire de Berne,

ET

M. Ed. DE FREUDENREICH

L'emploi fréquent que l'on fait actuellement des milieux nutritifs solides pour la culture des bactéries, donne une certaine importance à la préparation de ces gelées. Il importe surtout d'arriver à les fabriquer facilement et rapidement. A cet égard les gelées de gélatine n'offrent guère de difficultés ; celles à l'agar-agar, par contre, bien préférables parce qu'elles supportent, sans fondre, une température de 35°, mettent la patience de l'expérimentateur à une rude épreuve en raison de la lenteur désespérante de leur filtration. Nous avons, pour cela, cherché à supprimer la filtration, sans toutefois renoncer à donner une limpidité parfaite à la gelée. C'est un résultat auquel nous sommes arrivés par la décantation, précédée d'une cuisson à 120 à 125 degrés.

Voici comment on procède :

On cuit pendant un quart d'heure une solution aqueuse d'agar-agar à 2 °/₀, salée à 5 °/₀ et peptonisée à 1 °/₀. Avec l'agar-agar que nous employons, cette solution est très légèrement alcaline; si elle ne l'était pas, il faudrait la neutraliser. On écume et on ajoute une égale quantité de bouillon préparé et filtré la veille. Ce bouillon salé et peptonisé dans les mêmes proportions, doit être assez concentré (environ 1 kil. de viande pour 2 litres d'eau). On répartit le mélange dans des bouteilles et l'on cuit à l'autoclave (marmite de Papin) pendant 2 heures à une température d'au moins 120 à 125 degrés. En dépassant 130 degrés, on donnerait à la gelée une couleur trop foncée. Sous l'influence de cette haute température, l'agar-agar se désagrège complètement et après 4 à 5 heures de repos on a dans la partie supérieure des bouteilles un liquide limpide, tandis que toutes les impuretés se déposent au fond. Il faut naturellement que pendant ce temps la température de l'autoclave ne descende pas au-dessous de 42 degrés, sans cela la gelée se prendrait. Dans l'autoclave que nous a livré M. Wiesnegg, la gelée reste liquide 5 heures après avoir éteint le gaz. On n'a plus alors qu'à décanter avec précaution et à remplir les ballons de culture, que l'on stérilise pour terminer l'opération à 110°. Ces cuissons répétées n'ôtent pas à l'agar-agar la propriété de se prendre en gelée et ne diminuent pas les propriétés nutritives du bouillon. On peut, avec ce procédé, préparer en peu de temps des provisions inépuisables d'agar-agar aussi clair que celui que l'on obtient à grand'peine par filtration.

P.-S. Au moment de faire mettre ce qui précède sous

presse, nous apprenons par une lettre du Dr Miquel, auquel nous avions communiqué ce résultat, qu'il emploie également ces températures élevées pour la clarification des gelées, sans recourir à la filtration. Nous sommes heureux de voir le résultat des recherches, que nous avions entreprises sans avoir connaissance de ce fait, confirmé par la communication du Dr Miquel, mais nous tenons aussi à constater par ces lignes sa priorité pour ce procédé opératoire encore inédit.

SUR LES

NAPHTALINES BICHLORÉES

α ET δ

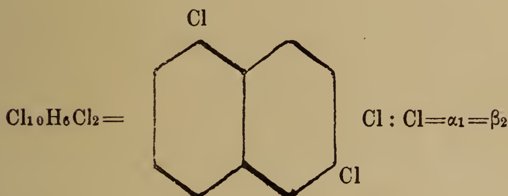
PAR

M. Louis SOLARI

(Suite et fin [1].)

DEUXIÈME PARTIE

δ-bichlornaphtaline.



Ce corps a été découvert par Clève [2] qui l'a obtenu en chauffant avec le pentachlorure de phosphore le chlorure de l'acide naphtalin-disulfonique de MM. Ebert et Merz.

L'auteur ajoute qu'il cristallise facilement en grandes lames brillantes, aisément solubles dans l'alcool bouillant. Il donne comme point de fusion 114°.

D'un autre côté, Widman [3] obtint ce corps, comme nous l'avons vu en parlant de l'α-dichlornaphtaline. Il lui

[1] Pour la première partie de ce mémoire voyez ci-dessus page 363.
[2] Cleve, *Soc. chim. Paris*. 26, 244 (1876).
[3] Widman, loc. cit.

attribue comme point de fusion la température de 120°, et il veut en faire une nouvelle dichlornaphtaline, désignée par la lettre *i*.

Leeds et Everhardt [1] décrivent une bichlornaphtaline fondant à 120°. Elle a été obtenue par l'action de l'oxyde d'argent humide sur le tétrachlorure $C_{10}H_8Cl_4$, et en distillant le produit de la réaction.

Enfin, j'ai déjà mentionné en parlant de l'action de la chaleur sur le tétrachlorure de naphtaline, qu'une simple distillation de ce chlorure donne naissance à la naphtaline bichlorée, δ, qui fond à 118°,5.

Tous ces corps sont identiques ; et d'abord le point de fusion ne peut servir à en faire des corps différents, car on sait quelle est la difficulté de purification et de séparation de certains produits, et surtout de ces dérivés naphtaliques. Une différence de 6 degrés peut dépendre des thermomètres, plus ou moins réglés, etc.

Du reste le corps de M. Clève n'était sans doute pas très pur, puisqu'il cristallise, à ce qu'il dit, en grandes lames brillantes, sans que l'auteur ait remarqué la forme de ces lames qui est très nette et caractéristique quand la naphtaline δ bichlorée est pure, et qu'elle ne cristallise pas d'une dissolution saturée.

En effet, dans ce cas, il se forme dans le liquide (alcool) encore chaud, des lamelles rhomboïdales extrêmement minces, qui flottent dans le liquide en descendant lentement et en produisant des jeux d'irisation remarquables. C'est ce que Clève n'observa pas, tandis que Widman semble l'avoir remarqué, puisqu'il dit qu'elle cristallise de l'alcool eu feuilles rhombiques minces.

[1] Leeds und Everhardt, *Amer. chem. Soc.* 1880, II, 205; nach dem Referate in *Deutsche chem. Berichte*, XIII, 1870 (1880).

Si les solutions sont saturées, cette irisation ne s'observe plus et la substance cristallise au fond du vase en grands feuillets qui s'enchevrêtent, ce qui ne permet plus d'observer facilement leur forme cristalline. Les corps étrangers, même en petite quantité, produisent le même effet.

On peut du reste remarquer la multiplicité de formes que revêt la naphtaline δ bichlorée, suivant les impuretés qui la souillent, souvent en quantité inappréciable : tables lozangiques, lamelles châtoyantes, masses feuilletées semblables à du talc; aiguilles jaunâtres, triangulaires ou fines et allongées ; mamelons dendroïdiques, enfin houppes cristallines maclées en croix, etc., etc.

Cette facilité de crîstallisation à l'état impur explique donc cette différence de points de fusion, 114°, 118°,5, 120°.

Comme MM. Leeds et Everhard, pour l'obtenir, chauffent le tétrachlorure $C_{10}H_8Cl_4$ avec l'oxyde d'argent humide, il se pourrait bien que la naphtaline bichlorée résultât, non de l'action de l'oxyde d'argent qui ne servirait qu'à s'emparer de l'acide chlorhydrique mis en liberté, mais simplement de la chaleur sur le tétrachlorure.

Enfin les autres propriétés, faible solubilité dans l'alcool froid, assez grande dans l'alcool chaud, etc., rapprochent encore ces trois corps.

Outre la cristallisation dans l'alcool et la distillation, on peut encore employer la sublimation pour purifier la δ-bichlornaphtaline.

En effet, elle se volatilise déjà à 90°, et se condense en lamelles ou aiguilles irisées. Cela rend très difficile la détermination du chlore par combustion de la substance avec de la chaux vive, car une petite quantité de ce pro-

duit sublime toujours à l'extrémité du tube, sans être décomposé par la chaux rouge.

J'ai dû opérer par la méthode de Carius, et même alors, une petite portion a échappé à l'action de l'acide nitrique.

En voici l'analyse :

Calculé pour $C_{10}H_6Cl_2$	Obtenu.
C = 60,91	60,30
H = 3,05	3,26
Cl = 36,04	34,41

La δ bichlornaphtaline est insoluble dans l'eau, les alcalis, les acides minéraux étendus; elle est soluble en brun rouge dans l'acide sulfurique concentré, en formant un dérivé sulfonique; elle se dissout également dans les alcools amylique et éthylique, bien plus à chaud qu'à froid, de même dans l'acide acétique. Sa solubilité, même à froid, dans l'éther, le benzol, le chloroforme et le sulfure de carbone est extrêmement grande.

Oxydation de la δ-bichlornaphtaline.

L'acide nitrique (D. 1,33) exerce une action oxydante énergique sur ce corps. Il suffit de chauffer ce dernier avec l'acide, sous réfrigérant ascendant; toute la naphtaline bichlorée entre bientôt en solution. On poursuit l'ébullition aussi longtemps que le liquide condensé donne lieu en retombant à un précipité blanc qui se dissout immédiatement.

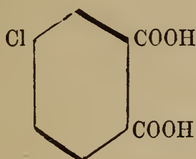
On évapore ensuite pour chasser l'acide nitrique et on purifie par l'eau l'acide *chlorphtalique* formé.

Il se forme en outre des produits intermédiaires jau-

nes qui, bouillis encore avec l'acide nitrique, donnent une nouvelle quantité d'acide chlorphtalique.

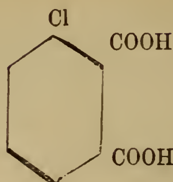
Si l'on veut séparer ces produits, on éprouve de grandes difficultés à le faire par cristallisation. On réussit mieux avec la soude à chaud, qui en sépare une *chlornaphtoquinone* (voir plus loin).

Acide chlorphtalique. $C_6H_3Cl<^{COOH}_{COOH}$. Il n'y a que deux acides chlorphtaliques possibles ; celui dont les carboxyles et les chlores sont dans la position 1, 2, 4, obtenu par Alèn[1] au moyen de la ε-dichlornaphtaline, fond à 148°, et son anhydride à 95°. MM. Claus et Muller[2] en ont déterminé la constitution. Ils ont trouvé que le chlore était en 4, ce qui donne la formule schématique



Le deuxième acide, obtenu par Auerbach[3], par chloruration de l'acide phtalique en solution alcaline fond à 149-150° et son anhydride à 140°. La position de l'atome de chlore se trouve donc en 3, et sa formule développée est :

[1] Alèn, *Soc. chim. Paris.* 36, 434.
[2] Ad. Claus et P.-F. Müller, *Berichte Deutsche Ges.* XVII, 3073.
[3] Auerbach, *Jahresberichte*, 1880, 862.



Ce ne peut être que celui-ci que j'ai obtenu, car l'acide qui provient de l'oxydation de la naphtaline δ bichlorée fond à 165°, et donne un anhydride qui fond à 135-140°. Purifié, il fond à 183-185°.

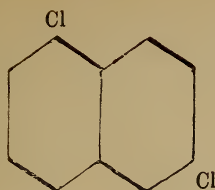
Le produit d'Auerbach contenait probablement un peu d'anhydride, ce qui explique la différence de points de fusion des deux acides, 150° et 185°.

Outre sa préparation par l'oxydation à l'air libre, il existe un mode de production plus rapide : c'est de chauffer, en tube fermé la δ bichlornaphtaline avec de l'acide nitrique ordinaire (D. 1,35). 3 ou 4 heures sont suffisantes pour avoir un rendement de 70 %, tandis qu'à la pression ordinaire, il faut chauffer pendant deux ou trois jours (pour quelques grammes seulement).

Mais il faut ajouter que cette oxydation est en tout cas bien plus facile que celle de la naphtaline α, que l'on ne peut oxyder à la pression ordinaire, et qu'ainsi l'introduction du chlore substitué dans un noyau en facilite la destruction.

On voit du reste que la naphtaline δ bichlorée doit avoir un atome de chlore dans chaque noyau; dans l'un en α, et dans l'autre en β_2, d'après les considérations exposées à la page 37 (1re partie).

On a donc la formule



pour la δ bichlornaphtaline.

L'acide chlornaphtalique cristallise dans l'eau en masse d'aspect amorphe, qui montre au microscope des dendrites confuses et coralloïdes, ou en couche mince, et forme alors des arborescences composées de feuillets triangulaires, larges et aciculaires, partant d'un rachis commun, comme les dentelures des feuilles de fougère.

Il est soluble dans l'eau (peu à froid), l'alcool éthylique et amylique, l'éther, le benzol, l'acide acétique. Il est insoluble dans le sulfure de carbone et le chloroforme froid ou chaud.

Chlorphtalate d'éthyle $C_6H_3Cl < \begin{matrix} COO\ C_2H_5 \\ COO\ C_2H_5 \end{matrix}$. J'ai préparé cet éther en saturant par l'acide chlorhydrique gazeux une solution alcoolique de l'acide monochlorphtalique.

Le produit de la réaction est évaporé, et le résidu lavé par le carbonate de soude dans lequel il est insoluble. On obtient alors une huile laiteuse qui distille à 285-295° en donnant un liquide jaunâtre qui cristallise bientôt en partie en gros cristaux transparents. Ceux-ci, examinés au microscope, ont l'aspect de prismes hexagonaux pyramidés, dont les arêtes auraient été arrondies et la pyramide terminale déjetée. La surface en est rugueuse. Ils

doivent appartenir au système rhomboïdal oblique, mais c'est difficile de le préciser sans mensuration.

Cet éther, dissous dans le chloroforme, sur une lame de verre, donne une cristallisation visible au microscope comme un fouillis de gerbes de graminées avec leurs tiges, leurs feuilles et leurs épis.

L'analyse de ce corps m'a donné :

Calculé pour $C_6H_3Cl(COO\ C_2H_5)_2$	Trouvé.
C = 56,14	56,11
H = 5,07	5,22

Cet éther neutre, qui fond à 62-64°, est insoluble dans l'eau et les alcalis, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, le sulfure de carbone, le chloroforme, le benzol, etc.

Chlorphtalate acide d'éthyle. $C_6H_3Cl < \begin{matrix} COO\ C_2H_5 \\ COOH \end{matrix}$. Il se forme en petites quantités, en même temps que le sel neutre, dans l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur l'acide chlorphtalique en solution alcoolique.

Il fond à 127° et cristallise dans l'alcool en aiguilles fines et soyeuses; sur une lame de verre, au microscope, ces aiguilles rayonnent d'un centre.

Insoluble dans l'eau, il se dissout dans les alcalis, d'où les acides le précipitent, ainsi que dans tous les dissolvants ordinaires, sauf dans le sulfure de carbone froid.

J'ai préparé encore les sels de *méthyle* neutre et acide, qui prennent tous deux naissance par le passage à saturation d'un courant d'acide chlorhydrique gazeux dans la dissolution de l'acide chlorphtalique dans l'alcool méthylique.

Ces deux éthers se présentent comme des liquides jaune brun, que le froid ne fait qu'épaissir sans en amener la cristallisation. Le sel acide ressemble pour la consistance à du copal épaissi et pâteux.

Solubles dans la plupart des dissolvants, sauf dans l'eau et les acides étendus, on les sépare facilement par les alcalis qui dissolvent l'éther acide et n'attaquent pas le sel neutre.

Les sels *métalliques* possèdent les propriétés générales des sels des acides phtaliques chlorés.

Ceux des métaux alcalins sont très solubles dans l'eau, ceux des métaux alcalino-terreux le sont peu dans l'eau froide, plus dans ce dissolvant chaud, enfin ceux des métaux lourds sont insolubles.

J'ai analysé le sel de *baryum* $C_6H_3Cl\left\{\begin{matrix}COO\\COO\end{matrix}\right\}Ba+4H_2O$ préparé en neutralisant l'acide par la baryte caustique, et, éliminant l'excès de cette dernière par l'acide carbonique.

Ce sel ne cristallise pas, mais se dépose sous forme de pellicules blanches qui, séchées entre papier à filtrer et sous l'exsiccateur ont donné à l'analyse :

Calculé pour $C_6H_3Cl<\begin{matrix}COO\\COO\end{matrix}>Ba+4H_2O$	Trouvé.
Cl = 8,71 %	8,55 %
Ba = 33,62 »	33,76 »
H_2O = 17,67 »	18,17 »

L'eau a été trouvée en séchant à 150° le sel qui, lorsque le poids fut devenu constant, me donna :

Calculé pour le sel anhydre. $C_6H_3Cl<\begin{matrix}COO\\COO\end{matrix}>Ba$	Trouvé.
Ba = 40,83 %	40,57 %

Anhydride chlorphtalique. $C_6H_3Cl<\genfrac{}{}{0pt}{}{CO}{CO}>O$. Il s'obtient par fusion ou sublimation de l'acide.

Par cette dernière opération il se forme de magnifiques aiguilles blanches qui fondent un peu plus bas que l'anhydride formé par fusion dans le tube capillaire. Cela provient d'une huile jaune qui se volatilise en même temps que l'anhydre et dont il est très difficile de débarrasser complètement les cristaux.

Il fond à 135°-140°. Celui obtenu par sublimation fond à 125°, probablement à cause de l'huile jaune qui mouille les aiguilles et qu'il est difficile d'enlever complètement.

Il est difficilement soluble dans l'eau froide, plus facilement dans l'eau chaude, dans les alcalis, l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzol, l'alcool amylique, l'acide acétique glacial.

Il est insoluble dans le sulfure de carbone froid ou chaud.

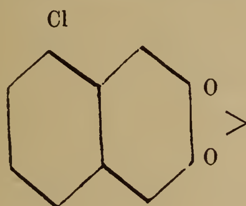
Il cristallise de l'éther en petits mamelons granulés, sur les parois du vase; il ne se forme que rarement des aiguilles, du reste mal formées.

Monochlornaphtoquinone. $C_{10}H_5ClO_2$. Le produit jaune d'oxydation de la naphtaline bichlorée δ, est un mélange de naphtaline bichlorée non transformée, probablement de dérivé nitré, et d'une naphtoquinone monochlorée difficile à purifier. Si on traite le tout par la soude caustique bouillante, la quinone se dissout en donnant un liquide brun très foncé. L'acide chlorhydrique en précipite une *oxychlornaphtoquinone* noire, qu'on lave avec le benzol chaud et qui fond en se décomposant à partir de 180°. ou plus visiblement à 200°.

Une détermination de chlore m'a donné :

Calculé pour $C_{10}H_4(OH)ClO_2$	Trouvé.
$Cl = 17,03$ %	17,31 %

Comme par l'ébullition avec une nouvelle quantité d'acide nitrique, la monochlornaphtoquinone donne une nouvelle quantité d'acide chlorphtalique, elle doit posséder l'atome de chlore en α et les deux atomes d'oxygène dans le noyau que l'oxydation détruit, et l'un des deux doit se trouver en β_2 à la place du chlore éliminé. Elle a donc probablement la formule schématique suivante, car elle ne possède pas les propriétés des quinones para,



L'*oxychlornaphtoquinone* $C_{10}H_4(OH)ClO_2$ est insoluble dans le benzol et le chloroforme, le sulfure de carbone froid ou chaud, dans la soude à froid ainsi que dans l'éther.

Elle est soluble, mais très peu à froid, plus à chaud, dans l'alcool amylique et éthylique, dans l'acide acétique.

Dans l'éther et la soude, elle n'est soluble qu'à chaud.

Le benzol, qui a servi au lavage de la chlornaphtoquinone, laisse déposer un corps brun noir à éclat métallique, qui fond à 90° en liquide brun qui plus haut se décompose et noircit tout le tube capillaire. Il a les propriétés d'une quinone, mais qui n'a donné à l'analyse que 14,35 % et 15,36 % de chlore, au lieu de 17,03. (Calculé pour $C_{10}H_4(OH)ClO_2$).

Ces chiffres s'accordent mieux avec une *bioxychlor-naphtoquinone*. (Calculé 15.81 % Cl).

Action du chlore sur la δ-bichlornaphtaline.

Tétrachlorure de δ bichlornaphtaline. Si l'on fait passer un courant de chlore sec dans une dissolution de bichlornaphtaline δ dans le sulfure de carbone, on obtient un corps qu'il est difficile de purifier, mais que des cristallisations répétées amènent à fondre à 165°-167°. Le chloroforme le purifie le mieux en donnant des cristaux très nets qui fondent à 167°,5-168°.

M. le prof. Charles Soret, que je remercie ici tout spécialement, a eu l'obligeance de les déterminer : voici le résultat de son travail.

Cristaux incolores bien formés.

Prisme bioblique.

YZ = 93°,15′ XZ = 115°,2′ XY = 119°,20′

$a : b : c = 0,88072 : 1 : 1,12164$

Faces observées (001) très développées; (010), (100), $(10\bar{1})$ constantes; $(0\bar{1}\bar{1})$, $(2\bar{2}\bar{1})$ variables; $(1\bar{2}\bar{1})$ petites et rares.

Angles des normales (Mesures de M. Duparc.)

	Observé.	Calculé.
(001) : (010)*	70°,8′	—
(010) : (100)*	54°,48′	—
(001) : (100)*	58°,36′	—
(010) : $(0\bar{1}\bar{1})$*	45°,18′	—
$(1\bar{0}0)$: $(10\bar{1})$*	38°,37′	—
$(0\bar{1}\bar{1})$: (100)	80°,41′	80°,49′
$(2\bar{2}\bar{1})$: (001)	95°,18′	95°,10′
$(2\bar{2}\bar{1})$: (100)	62°,2′	62°,50′
$(2\bar{2}\bar{1})$: (010)	114°,0′	114°,18′
$(2\bar{2}\bar{1})$: $(0\bar{1}\bar{1})$	108°,39′	109°,22′
$(1\bar{2}\bar{1})$: (001)	114°,17′	114°,12′
$(1\bar{2}\bar{1})$: (010)	148°,23′	147°,50′

Voici l'analyse de ce corps :

Calculé pour		Trouvé.			
$C_{10}H_6Cl_2.Cl_4$		1°	2°	3°	4°
C	= 35,39	35,58	35,69	—	—
H	= 1,77	1,93	1,83	—	—
Cl	= 62,83	—	—	63,09	62,34

Oxydé par l'acide nitrique en tube fermé, j'ai obtenu :

1° Des paillettes rhomboïdales groupées, incolores fondant à 198°. C'est un acide probablement monochloré. Il est soluble dans la soude et autres alcalis, dans l'eau, l'éther et l'alcool froids ; très peu soluble dans l'eau froide, il ne se dissout ni à froid, ni à chaud dans le sulfure de carbone et le toluol. Sur une lame de verre il cristallise en longues aiguilles groupées en gerbes.

2° En solution, de l'acide que l'on recueille en évaporant le liquide. Il fond à 145-150° ; puis à 183-185°. C'est de l'acide monochlorphtalique.

Ce tétrachlorure possède donc 5 atomes de chlore dans un seul noyau.

J'ai aussi essayé l'action du chlore sur la naphtaline bichlorée δ fondue, à 125-130°. J'ai obtenu un corps très difficile à purifier et dont le point de fusion monta lentement à 125° et au-dessus. Je ne pus l'analyser ; mais c'est très probablement la naphtaline tétrachlorée δ (F. 135°) (voir plus loin).

Action de la chaleur sur le tétrachlorure de naphtaline α bichlorée.

Comme le tétrachlorure de naphtaline donne par la distillation une naphtaline bichlorée δ différente de celle obtenue par la potasse alcoolique, je pensai qu'il en serait de même pour le tétrachlorure de naphtaline α bichlorée,

et que j'obtiendrais ainsi une tétrachlornaphtaline différente de l'α, obtenue par l'action de la potasse alcoolique sur le $C_{10}H_6Cl_2Cl_4$. Dans ce but je distillai le $C_{10}H_6Cl_2Cl_4$ et j'obtins, avec d'autres corps dont je vais parler ci-après, une *naphtaline tétrachlorée* fondant à 135° (voir plus loin).

Il se forma d'autres produits, de différents aspects et qui n'étaient que des mélanges.

L'un d'eux, avec un point de fusion assez constant à 131°,5, cristallisé en cristaux rhomboédriques volumineux et très nets, ou, suivant les circonstances, en aiguilles plus ou moins épaisses ou allongées, jaunes, avec un point de fusion très rapproché.

Une autre portion, qui semblait encore plus pure, me donna des cristaux volumineux comme les précédents, de même forme, mais moins colorés et fondant à 139°.

Des déterminations de chlore faites sur différents échantillons du produit fondant à 131°,5 me donnèrent les résultats suivants

	Gros cristaux.	Aiguilles.	Aiguilles.
	1°	2°	3°
Cl =	50,17 %	55,39 %	56,87 %

tandis qu'une naphtaline tétrachlorée exigerait 53,38 % de chlore.

Ces cristaux présentent de gros rhomboèdres qui, suivant les proportions du mélange (tétrachlornaphtaline plus du tétrachlorure de naphtaline bichlorée entraîné mécaniquement) s'allongent par déplacement des bases, s'aplatissent par accroissement excessif de deux faces latérales, forment de grandes tables rhomboïdales ou enfin de fines aiguilles groupées en faisceaux.

Un autre produit, cristallisé dans l'alcool en belles aiguilles jaunes, flexibles, avec un point de fusion constant à 145°, fut analysé et donna 63,91 % et 64,08 %

de chlore, ce qui correspond à du tétrachlorure de naphtaline bichlorée.

Mais en cristallisant ce corps non plus dans l'alcool, mais dans l'acide acétique glacial, le point de fusion changea immédiatement et monta de 145 à 180-183°; je ne pus alors analyser cette substance que j'avais en trop faible quantité, ni même poursuivre par l'acide acétique cette séparation que l'alcool ne pouvait opérer.

J'ai cité ces faits pour montrer avec quelle persistance ces dérivés chlorés cristallisent ensemble et combien leur séparation est parfois difficile.

Il suffit, du reste, de chauffer lentement le chlorure à distiller jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique, pour que la distillation donne de la tétrachlornaphtaline exempte de ce chlorure.

Naphtaline δ tétrachlorée $C_{10}H_4Cl_4$. Atterberg et Widman [1] ont obtenu ce corps par la distillation sèche du α-$C_{10}H_6Cl_3.Cl_2$ (F. 152°) ou par l'action de la potasse alcoolique sur ce même corps; par la distillation sèche du γ—$C_{10}H_5Cl_3Cl_2$ (F. 85°) ou par l'action de la potasse alcoolique sur ce même chlorure; ils l'obtinrent aussi dans la préparation de ce dernier chlorure.

Nous avons vu plus haut qu'elle se forme par distillation sèche du $C_{10}H_6Cl_2Cl_4$ (F. 172°) et peut-être par l'action du chlore sur la naphtaline δ bichlorée fondue.

Le point de fusion exact semble être de 135-136° (Atterberg et Widman, loc. cit., indiquent 141°). Du reste il faut bien le purifier pour l'y amener, car il fond toujours autour de 140°.

[1] Atterberg und Widman, Ueber das γ Dichlor-naphtalin und seine Derivate. Upsala, 1877. — *Soc. chim. Paris*. 28, 513 (1877). — *Deutsche chem. Ges.* 10, 1841 (1877).

L'analyse du corps pur (135-136°) donna :

Calculé pour $C_{10}H_4Cl_4$	Obtenu.
Cl = 53,38 %	53,32

La naphtaline tétrachlorée cristallise en grosses aiguilles, prismatiques sous le microscope, avec des contours irréguliers et dentelés, transparents ou non, suivant l'état plus ou moins rugueux de leur surface. La solution saturée de ce corps dans l'acide acétique bouillant présente le phénomène de la sursaturation ; si on agite le liquide, la substance cristallise aussitôt en un amas d'aiguilles déliées et enchevêtrées.

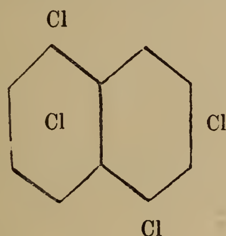
Une goutte de la solution benzolique, évaporée sur une lame de verre, montre, sous le microscope, de longues aiguilles terminées en biseau, et souvent maclées, qui appartiennent selon toute apparence au système oblique ou bioblique.

La δ tétrachlornaphtaline est insoluble dans l'eau et les alcalis, l'alcool froid ainsi que dans les acides minéraux étendus.

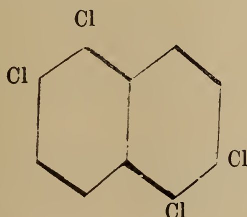
Dans les acides nitrique et sulfurique elle se dissout d'autant plus qu'ils sont plus concentrés, et dans ce dernier avec une coloration très foncée rouge brun, lie de vin. Elle est soluble dans l'alcool chaud, dans l'éther, le benzol, le chloroforme, le sulfure de carbone; cependant elle l'est moins que son isomère α (F. 130°) dont elle diffère surtout en ce qu'elle est presque complètement insoluble à froid dans l'alcool amylique, à peine soluble à chaud. L'eau ne donne dans cette solution qu'un faible précipité cristallin qui rend la liqueur opalescente, mais en la laissant transparente, tandis que la solution chaude du dérivé α dans l'alcool amylique donne avec l'eau un abondant précipité blanc.

Ce corps, d'après Atterberg et Widman, possède ses atomes de chlore en $\alpha_1 = \alpha_2 - \beta$ la position du quatrième atome n'est pas connue. En effet, il doit nécessairement y avoir un atome de chlore en α_1 et un dans le second noyau en β_2, comme dans la naphtaline bichlorée δ (page 28), puisque ce corps se forme par distillation sèche du chlorure $C_{10}H_6Cl_2.Cl_4$, et il y a tout lieu de croire que la réaction pyrogénée est la même que celle qui donne naissance au $C_{10}H_6Cl_2$. δ.

La formule schématique est donc

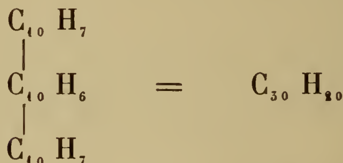


du reste elle possède bien deux atomes de chlore dans chaque noyau puisqu'elle donne par oxydation l'acide nitro-dichlorphtalique. (Widman et Atterberg, loc. cit.). D'un autre côté, comme je l'ai obtenue en distillant le tétrachlorure de naphtaline α bichlorée, il s'ensuit qu'un atome de chlore doit être en β_1 et il doit se trouver dans le même noyau que le chlore qui se trouve en α_1 puisque c'est ce noyau qui persiste après l'oxydation. Nous avons donc comme figure schématique de la naphtaline tétrachlorée δ, la suivante :



Il s'ensuit encore une autre conséquence, c'est que puisque aucun des deux noyaux ne possède trois atomes de chlore, la naphtaline bichlorée δ doit posséder un atome de chlore dans la même position que l'un des deux de la naphtaline bichlorée α. Le chlore qui devait se substituer en α_1 trouvant la place occupée, est allé se loger dans une position symétrique, en α_2. Car si la place α_1, où doit se substituer le chlore dans la naphtaline δ, était libre, rien n'empêcherait qu'elle fût prise, et nous aurions alors trois atomes de chlore dans le même noyau ce qui donnerait un acide trichlorphtalique. La naphtaline bichlorée α doit donc avoir ses chlores en $\alpha_1—\beta_1$, dans la position ortho (voir page 392).

Trinaphtyle.



J'ai obtenu le dérivé *tétrachloré* de ce corps F. 80° environ en distillant le tétrachlorure de naphtaline, (F. 182°), puis en traitant comme je l'ai indiqué le résidu noir obtenu après élimination de la naphtaline bichlorée δ (voir page 386).

Il prend naissance de la naphtaline bichlorée δ déjà formée, car plus on fait bouillir celle-ci, plus on obtient de trinaphtyle que j'ai préparé aussi en faisant passer la δ bichlornaphtaline à travers un tube chauffé au rouge sombre.

La formation de ce corps s'explique par l'élimination

d'un atome de chlore de chaque noyau naphtalique, en compagnie d'un atome d'hydrogène du noyau voisin.

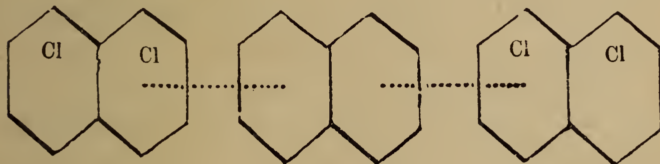
Il n'y a du reste aucun fait qui puisse faire préjuger de sa constitution, car je n'ai pas encore étudié ses réactions.

Analyse du trinaphtyle tétrachloré :

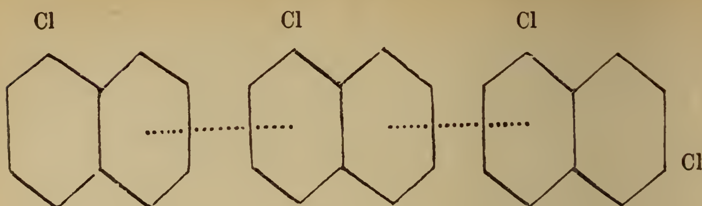
Calculé pour	Trouvé.				Moyenne.
$(C_{15}H_8Cl_2)x$	1°	2°	3°	4°	
$C_{15} = 69,49$ %	69,51 %	69,17 %	69,35 %	=	69,34 %
$H_8 = 3,09$ »	3,50 »	3,28 »	3,25 »	=	3,34 »
$Cl_2 = 27,42$ »	=	=	=	27,60 %	27,60 »

Il faut nécessairement doubler cette formule, car le dédoublement d'un noyau de naphtaline (nécessaire pour établir la formule schématique avec $C_{15}H_8Cl_2$), ne pourrait absolument pas donner une idée rationnelle ou même satisfaisante de la constitution de ce corps.

Il faut donc admettre trois noyaux naphtaliques, soudés on ne sait encore de quelle manière, mais il est probable que ce sont les deux noyaux extrêmes qui possèdent chacun deux atomes de chlore, le troisième noyau ayant perdu les deux siens pour les soudures.



On peut encore admettre le schéma suivant, en considérant que les atomes en α_1 restent dans chaque noyau, alors un quatrième se trouvera dans un noyau extrême qui seul possèdera alors deux halogènes substitués.



Ce trinaphtyle tétrachloré est un corps jaune-serin ou jaune orangé, amorphe même sous le microscope, insoluble dans l'eau et les alcalis, dans les acides dilués (l'acide nitrique faible le colore en rouge). L'acide sulfurique concentré le dissout ainsi que l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, etc.

Il est très peu soluble à froid dans l'acide acétique et l'alcool, plus à chaud. Il est tout à fait insoluble dans le benzol et l'alcool amylique froids ou chauds.

Les solutions de ce corps sont jaunes avec belle fluorescence verte. Il s'en sépare sous forme de pellicules qui se déposent sur les parois du vase, ou de poudre jaune et amorphe qui tombe au fond du liquide.

Il distille sous forme de vapeurs jaunes qui coulent comme un liquide, et se condensent en une poudre amorphe qui purifiée fond à 80° environ. Si la distillation marche fort et que le col de la cornue se chauffe, il fond et coule, puis se solidifie en une masse d'aspect résineux ou ambré.

Trinaphtyle $C_{30}H_{20}$. Je l'ai obtenu en réduisant le dérivé chloré ci-dessus, après l'avoir dissous dans de l'alcool éthéré, par l'amalgame de sodium. La fluorescence disparut et j'obtins après évaporation et lavage à l'eau une huile qui, débarrassée par l'alcool, dans lequel elle est peu soluble, des dérivés chlorés non réduits, est verte, épaisse, et qui se dépose déjà de sa solution alcoolique. Elle a une odeur aromatique, vanillée, très agréable.

CONCLUSION

Il est difficile de tirer des conclusions générales de cette étude dans laquelle j'ai surtout cherché à présenter les faits expérimentaux. Mais j'ai été nécessairement amené à faire quelques spéculations théoriques sans lesquelles les faits eux-mêmes auraient peu de valeur.

Il ressort cependant que :

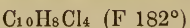
L'action de la potasse et de la chaleur, bien que se manifestant en tout cas par une élimination de H Cl, agit dans deux sens différents, en donnant naissance, d'un même corps, à deux séries parallèles, dont chaque représentant est doué de propriétés qui le différencient de son correspondant de l'autre série.

L'action de la chaleur est surtout remarquable, en ce qu'elle transpose un atome de chlore d'un noyau benzique dans l'autre. Le chlore substitué facilite la destruction du noyau benzique où il se trouve, mais moins cependant que le chlore additionné. Si cette destruction est facile on obtient une quinone, puis un acide, dans le cas contraire on reçoit un dérivé nitré et un acide.

Enfin on a vu que le chlore s'additionne à basse température, et se substitue à une température plus élevée, et que la potasse alcoolique décompose ces dérivés additionnés en donnant le dérivé substitué qui devait se produire par chloruration à température élevée.

Ces conclusions se tirent d'elles-mêmes du tableau suivant qui résume les traits généraux de cette étude :

TÉTRACHLORURE DE NAPHTALINE


$C_{10}H_8Cl_4$ (F 182°)

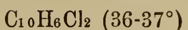
(Par oxydation donne l'acide phtalique.)

donne



par KOH alcool

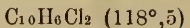
α Bichlornaphtaline.


$C_{10}H_6Cl_2$ (36-37°)

crist. en aiguilles.

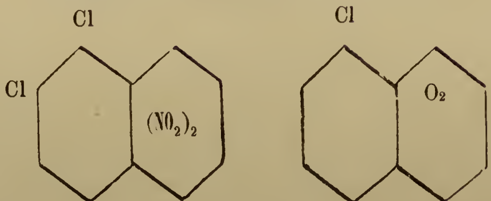
par la chaleur

δ Bichlornaphtaline.


$C_{10}H_6Cl_2$ (118°,5)

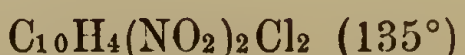
crist. en lamelles rhomboïdales.

Celles-ci par oxydation (NO_3H) donnent



en tubes fermés

Bichlornitronaphtaline.


$C_{10}H_4(NO_2)_2Cl_2$ (135°)

(avec traces de naphtoquinone).

en vase ouverts

Chlornaphtoquinone.


$C_{10}H_5ClO_2$

(avec trace de dérivé nitré).

et

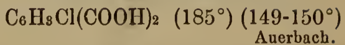


Acide bichlorphtalique.


$C_6H_2Cl_2(COOH)_2$ (182-185°)

donne par distil. et fusion :

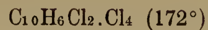
Acide chlorphtalique.


$C_6H_3Cl(COOH)_2$ (185°) (149-150°)
Auerbach.

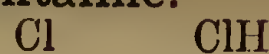
donne par sublimation

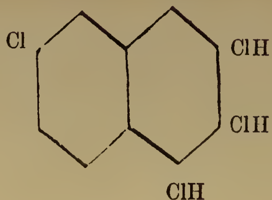
à la temp. ordinaire

Tétrachlorure de α bichlornaphtaline.


$C_{10}H_6Cl_2.Cl_4$ (172°)

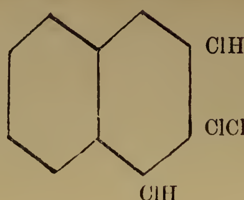
Par oxydation donne l'acide bichlorphtalique (183-185°).

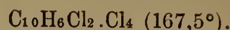




Tétrachlorure de δ bichlornaphtaline.






$C_{10}H_6Cl_2.Cl_4$ (167,5°).

Par oxydation donne l'acide chlorphtalique (185°).

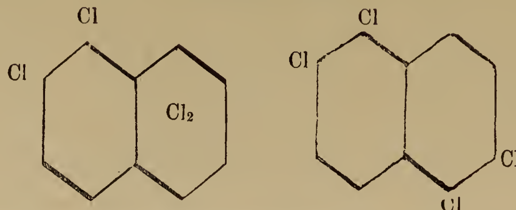
à 100°—130°

α Tétrachlornaphtaline.

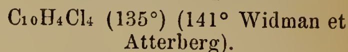

$C_{10}H_4Cl_4$ (130°).

Longues aiguilles prismatiques et flexibles.

Par oxydation donne l'acide bichlorphtalique (183-185°).



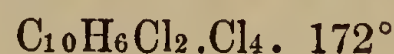
δ Tétrachlornaphtaline.


$C_{10}H_4Cl_4$ (135°) (141° Widman et Atterberg).

Aiguilles courtes et cassantes.

Par oxydation donne acide nitrodichlor phtalique.

TÉTRACHLORURE DE α BICHLORNAPHTALINE


$C_{10}H_6Cl_2.Cl_4$. 172°

donne

par KOH alcool

α Tétrachlornaphtaline. 130°.

par la chaleur

δ Tétrachlornaphtaline. 135° (141°).

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

J. Klingel. P. amidoacétophénone, O amido—m—acétyltoluol et dérivés de ce corps. (*Berichte,* XVIII, p. 2687. Zurich.)

Si l'on chauffe l'anhydride acétique avec du chlorure de zinc et de l'aniline, un amidoacétylbenzol acétylé $C_2H_3O.C_6H_4.NH.C_2H_3O$, aiguilles fusibles vers 166°-167°, qui, saponifié, donne la para amidoacétophénone de Drewsen, aiguilles fusibles à 105°-106°. En décomposant par l'eau la combinaison diazochlorurée de cette phénone on obtient des aiguilles fusibles à 107° de poxyacétophénone $C_2H_3O.C_6H_4OH$, ou par HJ, du iodure $C_2H_3OC_6H_4J$, tables hexagones fusibles à 79° qui, par oxydation donne l'acide para iodbenzoïque fusible vers 265°.

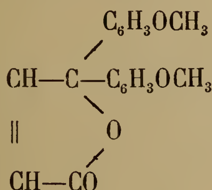
La dimethylamidoacétophénone $C_2H_3OC_6H_4N(CH_3)_2$ s'obtient par l'action du iodure de méthyle sur la base amidée, elle cristallise de l'eau sous forme de feuilles.

L'anhydride acétique réagit de même avec le chlorure de zinc et l'orthotoluidine. L'amidoacétyltoluol $C_2H_3O.C_7H_6.NH_2$ forme des prismes fusibles vers 102°, bien solubles dans l'eau et l'alcool; c'est une base faible dont les sels cristallisent bien; son dérivé acétylé fond à 143°-144°. L'acétylcrésol $C_2H_3O.C_7H_6.OH$ forme des prismes fusibles vers 104°. Le dérivé diméthylé $C_2H_3O.C_7H_6.N(CH_3)_2$ forme des feuilles jaunâtres fusibles à 95°; le iodure $C_2H_3OC_7H_6J$ fond vers 39° et, oxydé, donne l'acide phtalique monoïodé $C_6H_3J(COOH)_2$, peu soluble dans l'eau, cristallisant de l'acide acétique sous

forme d'aiguilles fines fusibles à 203°-204°. Ce corps chauffé avec de la potasse donne l'acide paraoxybenzoïque, et traité par l'amalgame de sodium en présence d'alcool faible, il donne de l'acide benzoïque.

RUD. BURCKHARDT. FLUORESCENCES DE L'ACIDE MALÉIQUE. (*Berichte*, XVIII, p. 2864. Zurich.)

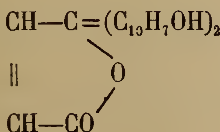
L'anhydride de l'acide maléique donne avec la résorcine une fluorescéine, analogue à celle de l'acide phtalique, son éther diméthylique, a pour formule



et forme de petites aiguilles rouges; il prend naissance d'après la réaction $C_{16}H_{12}O_6+2CH_3J+2KOH=C_{18}H_{16}O_6+2KJ+2H_2O$.

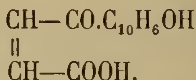
En cherchant à obtenir une éosine, en bromant cet éther, l'auteur n'a pas réussi à isoler un dérivé de constitution constante. Le chlorure d'acétyle réagit sur la maléine fluorescéine, on obtient un dérivé diacélylé fusible à 157°, ce sont des aiguilles incolores.

Les naphtols ne réagissent pas aussi facilement que la résorcine sur l'anhydride de l'acide maléique; l'α naphtol donne des produits fluorescents, mais pas le β naphtol. On obtient de petites tables violettes fusibles vers 119°, qui ont pour formule



et un autre corps fusible vers 90°, aiguilles très hygroscopi-

ques dont la formule empirique est $C_{14}H_{10}O_4$, c'est un acide qui a la constitution

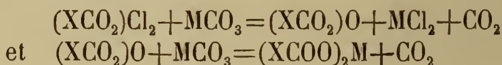


$$\begin{array}{l} CH-CO.C_{10}H_6OH \\ \| \\ CH-COOH. \end{array}$$

d'autres phénols donnent aussi des matières fluorescentes avec l'anhydride maléique.

Br. Lachowicz. Action des chlorures d'acides organiques sur les nitrates métalliques. (*Berichte*, XVIII, p. 2990. Berne.)

Tous les nitrates métalliques neutres et anhydres se décomposent à une température peu élevée en présence du chlorure d'acide. Il se forme l'anhydride de l'acide organique, du chlorure métallique, et il se dégage NO_2 et O. Le nitrate de plomb est celui qui donne le meilleur rendement en anhydride organique. Les carbonates réagissent aussi avec les chlorures d'acides, on a les réactions



$$(XCO_2)Cl_2+MCO_3=(XCO_2)O+MCl_2+CO_2$$
et $$(XCO_2)O+MCO_3=(XCOO)_2M+CO_2$$

Les oxydes des métaux pesants agissent de même et encore plus facilement que les carbonates.

R. Nietzki et O. Goll. Azonaphtaline et ses dérivés. (*Berichte*, XVIII, p. 3252. Bâle.)

En traitant la diazonaphtaline par l'alcool bouillant, on obtient l'α azonaphtaline qui a pour constitution

$C_{10}H_7-\overset{a}{N}=\overset{a}{N}-C_{10}H_7$; l'acide sulfurique la dissout à froid avec une coloration bleue qui, à 180°, tourne au violet avec une fluorescence rouge brique. Les agents réducteurs la transforment en hydrazonaphtaline et en α naphtylamine; l'hydrazonaphtaline cristallise du benzol en feuilles incolores

fusibles à 275°. Si on la traite par l'acide chlorhydrique à 70°-80°, on obtient de la *naptidine* analogue à la benzidine, et un isomère, la *dynaphtyline* analogue à la diphenyline, la première forme des feuilles fusibles vers 198°, la seconde fond à 273°; son chlorhydrate est beaucoup plus soluble que celui de naphtidine et sa solution aqueuse portée à l'ébullition avec un acide se décompose, il se forme de l'ammoniaque et de la dinaphtylimide.

Le sulfate de naphtidine transformé en combinaison diazoïque, celle-ci, décomposée par l'alcool à chaud, donne une matière résineuse qui, distillée, a donné le dinaphtyl $\alpha\alpha$ $C_{20}H_{14}$ octaèdre, fusible à 153°,5. La dinaphtiline, traitée de même, donne le même carbure.

La dinaphtylinide ou mieux dinaphtylcarbazol a pour formule $C_{20}H_{13}N$; une molécule d'NH_3 a donc été séparée par l'ébullition de la dissolution du chlorhydrate de dinaphtyline. Son picrate fond à 226° et cristallise d'alcool sous forme d'aiguilles rouges; traité par le nitrite de soude on obtient une nitrosamine, enfin, avec l'anhydride acétique, les auteurs ont obtenu un dérivé acétylé $C_{20}H_{12}N—C_2H_3O$.

G. Lunge et Jak. Schmid. Limite de la transformation du carbonate de soude en soude caustique par la chaux. (*Berichte*, XVIII, p. 3286. Zurich.)

Les auteurs établissent par des expériences de laboratoire que plus la dissolution de carbonate est diluée, plus la caustification est complète; 99,3 °/₀ NaOH pour une dissolution du CO_3Na_2 à 2 °/₀, soit une densité de 1,022 à 15° et 91 °/₀ pour CO_3Na_2 20 °/₀ d=1,215 à 30°, une pression de 3 atmosphères correspondant à une température de 150° environ ne donne pas un meilleur résultat.

O. Billeter et A. Steiner. Sulfocyanure de toluylène. (*Berichte*, XVIII, p. 3292. Neuchâtel.)

Si on mélange du sulfocyanure de potassium et du sulfate de toluylènediamine en solution aqueuse, et qu'on distille

à 40° dans le vide l'eau en excès, on obtient du sulfocyanure de toluylène qui, chauffé avec de l'eau, se transforme en toluylèneurée disulfurée, feuilles fusibles à 206°. Le sulfocyanure de phényle agit aussi sur la toluylènediamine et donne le sulfocyanure de diphényl-m-toluylène fusible à 163°.

A. Hantzsh et K. Loewy. Nouveaux dérivés de la quinone de l'éther succynilosuccinique. (*Berichte*, XIX, p. 26. Zurich.)

Dans l'espoir d'obtenir l'acide bicarboxylé de la quinone, les auteurs ont traité par l'acide nitreux l'éther de l'acide hydroquinone-dicarbonique, mais si cet acide se forme d'abord, ce qui est très probable, il s'oxyde immédiatement et on obtient comme résultat final l'éther de l'acide dioxyquinone dicarbonique $C_6O_2(OH)_2COOC_2H_5)_2$ qui est probablement un dérivé de la para-dioxyquinone, il forme des prismes fusibles vers 151°. Solubles dans le chloroforme, ses dissolutions sont colorées en rouge jaune et ne sont pas fluorescentes. Sa solution aqueuse évaporée à chaud se décompose. Cet éther a une réaction acide et forme des sels neutres.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 3 mars 1886.

Brunner et Chuard. Étude chimique sur les produits d'assimilation des plantes. — F.-A. Forel. Sur la température du lac Léman. — N. Lœwenthal. Sur les connexions du cordon de Burdach dans la moelle allongée.

M. E. Chuard expose les résultats obtenus par M. H. Brunner et lui, dans l'étude qu'ils font en commun *sur les produits d'assimilation des végétaux.*

MM. Brunner et Chuard ont constaté, spécialement dans les fruits verts, un nouveau glucoside, l'acide gluco-succinique, qui jouit de la propriété caractéristique d'absorber l'iode en se dédoublant, et donnant naissance à la glucose et à l'acide monoiod succinique. MM. Brunner et Chuard, se basant sur les variations qu'ils ont observées dans les quantités relatives de glucoside, d'acide libre et de sucre existant simultanément dans les fruits pris à divers degrés de développement, émettent une nouvelle théorie sur la formation du sucre dans les fruits. D'après eux le sucre des fruits ne se formerait pas par une transformation de l'amidon, qu'ils n'ont d'ailleurs jamais constaté dans les fruits verts. Le sucre et l'acide libre prendraient naissance simultanément, par dédoublement du glucoside, sous l'influence probablement d'un ferment spécial.

Cette théorie explique facilement les changemeuts de goût

que présentent les divers fruits : au commencement, leur goût astringent est dû au fait qu'ils ne renferment que le glucoside non décomposé. Peu à peu, à mesure que le glucoside subit la décomposition, le goût acide et le goût sucré se prononcent. A la fin le goût acide disparaît partiellement, soit par saturation, soit aussi peut-être par des modifications ultérieures des acides végétaux.

Cette théorie explique aussi la maturation artificielle qui se produit lorsqu'un fruit encore vert est placé dans des conditions favorables de température. Le glucoside que ce fruit renferme continue à se dédoubler, et le fruit s'enrichit ainsi en sucre et en acide, quoique placé en dehors des conditions naturelles de son développement (Pour les détails, voir aux mémoires).

M. F.-A. Forel fait une communication *sur l'inclinaison des couches isothermes dans la profondeur du lac Léman.*

Il résulte de séries de sondages thermométriques effectués dans l'été de 1885, dès Yvoire jusqu'aux bouches du Rhône, que la température des couches profondes décroît inégalement dans les diverses régions du lac ; que la décroissance de la chaleur est plus rapide à l'extrémité occidentale, à Yvoire, que devant Vevey ou aux bouches du Rhône ; que, en particulier entre 30 et 60 mètres, les eaux sont notablement plus froides à Yvoire qu'à Chillon ; la différence a atteint dans les circonstances les plus favorables 2° C. Dans les stations intermédiaires, Morges, Évian, la chaleur est intermédiaire à celle des stations extrêmes ; si l'on s'avance de Vevey aux bouches du Rhône, on voit pour la même profondeur la chaleur de l'eau s'élever progressivement.

Le maintien d'un équilibre stable dans une telle masse d'eau inégalement réchauffée, doit être attribué à la surcharge causée par l'alluvion en suspension dans les eaux de l'extrémité orientale du lac. Le Rhône du Valais amène dans le lac des eaux troubles, chargées de limon, dont la densité, à température égale, est supérieure à celle des eaux relativement claires du lac. Cette alluvion ne se dépose que très lentement et reste longtemps en suspension dans les eaux de la partie orientale du lac. Les sondages thermométriques du

mois de juillet 1885 indiquent que les eaux troubles du Rhône s'avancent dans le lac en dépassant le profil Morges-Évian.

M. N. Loewenthal communique le résultat de ses nouvelles recherches *sur les connexions du cordon de Burdach dans la moelle allongée.*

L'expérience démontre que les fibres du cordon de Burdach se mettent en communication avec le noyau gris qu'il contient dans son épaisseur; en effet, la destruction de ce cordon, pratiquée sur l'animal le premier temps après la naissance, s'accompagne non seulement d'atrophie de la substance blanche, mais entraîne, en outre, l'atrophie du noyau gris correspondant.

Cependant, et c'est là un fait important à noter, l'atrophie du noyau n'est pas du tout proportionnelle à l'atrophie que subit la substance blanche du cordon. C'est ainsi que dans un cas de section et d'atrophie unilatérale comprenant les six septièmes externes environ du cordon de Burdach, le noyau du côté correspondant était seulement environ deux et demi fois plus petit que son congénère du côté sain; il faut toutefois noter que le quart externe environ du noyau atrophié présentait une réduction très prononcée du nombre des cellules ganglionnaires; le reste de la substance du noyau ne présentait pas d'altération appréciable au microscope. L'atrophie de la partie externe de ce noyau a pu être suivie sur les coupes du bulbe rachidien, jusqu'au niveau supérieur de l'origine du nerf glossc-pharyngien; à ce niveau le dit noyau est en disparition presque complète, et se présente sous forme d'un petit prolongement pointu s'engageant entre la racine ascendante du trijumeau et le corps restiforme.

Il résulte de ces faits qu'une partie notable du noyau du cordon de Burdach (le tiers interne environ) conserve son intégrité histologique, et continue par conséquent à fonctionner, malgré la destruction très étendue et comprenant les six septièmes externes de la masse de ce cordon.

Séance du 7 avril.

A. Palaz. Mémoire sur la capacité inductive spécifique de quelques diélectriques, analysé par H. Dufour. — H. Dufour. Résumé des variations des éléments météorologiques pendant le premier trimestre 1886. — F.-A. Forel. Desoria glacialis trouvé à Jaman. — F.-A Forel. Tracés limnographiques du lac George dans les nouvelles Galles du Sud. — Rapin. Appareil photographique des frères Henry. — F.-A. Forel. Rapport annuel sur l'état des glaciers des Alpes en 1885.

M. A. Palaz a adressé un mémoire *sur la capacité inductive spécifique de quelques diélectriques*, ce mémoire qui sera inséré dans le bulletin est analysé par M. Henri Dufour.

L'auteur du mémoire a déterminé par une méthode très précise la valeur de la capacité inductive spécifique de quelques corps, il a déterminé en outre les indices de réfractions de ces mêmes corps, afin de vérifier la théorie de Maxwell d'après laquelle le carré de l'indice de réfraction d'un corps est égal à la capacité inductive spécifique. Les expériences de M. Palaz vérifient cette relation; enfin l'auteur a étudié jusqu'à quel point l'action d'un champ magnétique intense est de nature à modifier la valeur de la capacité inductive spécifique, les résultats de ces expériences l'amènent à conclure qu'il n'y a pas de modification appréciable.

Toutes ces recherches ont été faites dans le laboratoire de physique de l'école polytechnique fédérale sous la direction de M. le professeur H.-F. Weber.

M. H. Dufour, prof., donne un court résumé des *variations des éléments météorologiques pendant le premier trimestre 1886*, les observations ont été faites à la station de météorologie agricole du Champ de l'Air.

Le mois de *janvier* a été un peu plus chaud que la moyenne de 10 ans; température +0,8 au lieu de +0,3. Le nombre d'heures *au dessous* de la moyenne s'est élevé à 258,5 soit 37 % seulement.

Le minimum absolu a été —8°,5, le maximum +7°,6.

Février a été notablement plus froid que la moyenne —1°

au lieu de +2°,4; le maximum a été de +9° et le minimum de —7°,5. Le nombre d'heures *au-dessous* de la moyenne est de 513 soit 89 °/₀ et sur ce nombre 384 $^1/_4$ soit 66 °/₀ au-dessous de zéro.

Mars a été aussi plus froid que la moyenne +3°,6 au lieu de +5°; maximum +18°, minimum —8°,3. 51 °/₀ des heures ont été *au-dessous* de la moyenne et 27 °/₀ au-dessous de zéro.

Le nombre d'heures de soleil enregistrées a été de $66^3/_4$ en février et de $178^1/_2$ en mars.

M. F.-A. Forel, prof., a trouvé sur la neige du col de Jaman (altitude 1512 m.), le 19 février 1886, des centaines de *Desoria glacialis* (Nicolet). Cette podurelle a son habitat normal dans les glaciers et les neiges éternelles; Nicolet dit ne l'avoir jamais trouvé ailleurs.

A Jaman elle était à 22 kilomètres du glacier le plus rapproché, celui des Diablerets. A-t-elle été transportée par les vents? Ou bien vit-elle normalement aussi dans la contrée? Dans ce cas comment passe-t-elle l'été lorsque les neiges ont disparu des montagnes de Jaman? Cette apparition doit se rapprocher des cas de neige noire qui sont fréquents en février et mars dans les environs de Berne, d'après une communication du professeur Th. Studer (Cf. Henzi, *Mitth. der naturf. Gesellsch.* Bern, 5 mars 1870). Mais à Berne c'est la *Podura similata*, Nic. qui donne à la neige sa coloration noire.

M. Forel expose des *tracés limnographiques du lac George,* dans les Nouvelles Galles du Sud, qui lui ont été adressés par M. H.-C. Russell, astronome à l'observatoire de Sydney. Ces tracés montrent l'existence de seiches de 131 m. de durée, et atteignent parfois $0^m,13$ d'amplitude. La durée beaucoup plus considérable que celle des seiches du lac Léman, s'explique par le peu de profondeur du lac qui n'a que 15 à 20 pieds anglais.

La longueur du lac étant de 18 milles (29 kilom.), M. Forel trouve par l'application de sa formule des seiches

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

que des seiches de 132 minutes indiqueraient une profondeur moyenne de 18,1 pieds anglais. C'est là une brillante confirmation de la formule des seiches dans un cas où le ralentissement dû aux frottements de l'eau dans un bassin très peu profond est poussé à l'extrême.

M. Rapin présente à la Société *deux dessins de la nébuleuse* récemment découverte autour de l'étoile Maïa des Pléiades par les frères Henry à Paris, en faisant une photographie des étoiles de cette petite constellation. La nébuleuse qui n'avait jamais encore été remarquée, est apparue sur la plaque sensible, et a dès lors été observée directement à Pulkowa avec le grand réfracteur de 0m,80 d'ouverture, installé depuis peu dans cet observatoire. Elle a été vue ensuite, mais difficilement avec le réfracteur de 15 pouces du même observatoire. Enfin à Genève M. Thury ayant proposé l'emploi d'un petit diaphragme placé centralement au foyer de l'objectif pour cacher l'image stellaire, et celui d'une lame de verre d'urane ou d'une dissolution d'esculine, placés également au foyer, pour rendre visible par fluorescence les rayons ultraviolets qui impressionnent la plaque photographique sans agir directement sur l'œil, M. Kammermann, astronome à l'Observatoire mettant en œuvre ces procédés réussit à voir la nébuleuse de Maïa avec le réfracteur de 10 pouces d'ouverture, donné à l'observatoire de Genève par le professeur E. Plantamour.

L'appareil photographique des frères Henry, consiste en un assemblage de deux grandes lunettes, renfermées côte à côte dans un châssis de tôle; l'une achromatisée pour les rayons chimiques seulement a 0m,34 d'ouverture, et l'autre, lunette d'observation et de pointage, présente une ouverture de 0m,24.

Au moyen de cet appareil, et avec un temps de pose qui varie de $1\frac{1}{2}$ à 2 heures, ces messieurs sont parvenus à fixer l'image photographique d'étoiles de 14me et de 15me grandeur. On estime que si 6 ou 8 observatoires convenablement situés entreprenaient une photographie générale du ciel étoilé, ce travail, qui demanderait 6000 levés différents, pourrait être

terminé dans l'espace de 8 à 10 années, et représenterait 20 à 30 millions d'étoiles.

Les deux dessins présentés, dus à M. le professeur Thury de Genève, sont des copies de celui qui a été fait par O. Struve le 23 février dernier et communiqué par lui aux *Astronomische Nachrichten*, N° 2119 de ce journal, l'autre d'une figure communiquée par l'observatoire de Paris au Journal *La Nature* et la *Revue mensuelle d'astronomie,* de C. Flammarion N° de février 1886. Le premier est donc une représentation visuelle, le second la copie d'une image photographique.

M. F.-A. Forel fait son rapport annuel sur *l'état des glaciers des Alpes dans l'année 1885.* D'après les observations qu'il a reçues, la variation en allongement des glaciers continue à se dessiner dans les Alpes occidentales, où 37 glaciers sont en état d'agrandissement constaté Aux 34 glaciers connus l'année dernière (voir *Jahrbuch des schw. Alpenclubs*, XX, 281) M. Forel peut ajouter comme ayant commencé leur période de croissance :

1° Le glacier de Fiesch, vallée de Fiesch, d'après M. Ant. de Torrenté.

2° Le glacier des Aiguilles-rouges, vallée d'Hérens, d'après M. Ad. Tschumi.

3° Le glacier du Tour, vallée de Chamounix, d'après M. V. Payot.

Les glaciers des Alpes orientales, Alpes autrichiennes, continuent à être tous en diminution.

A ce propos M. Forel analyse les travaux récents de M. C. Lang de Munich, qui, suivant l'exemple donné autrefois par M. Forel (*Arch. des sc. phys. et nat.*, VI, 21 et 451, 1881), a comparé les variations à longue périodicité de la température de l'air et celles des glaciers. Reprenant les données statistiques plus complètes qu'il possède, M. Forel établit comme suit les variations glaciaires du XIXme siècle :

De 1800 (?) à 1815, période de croissance.
De 1815 à 1830, période de diminution.
De 1830 à 1845, période de croissance.

De 1845 à 1875, période de diminution.
De 1875 à 1885 (?), période de croissance.

Le nombre des variations dans ce siècle est donc de 5 demi-périodes. C'est le même nombre qu'a trouvé M. C. Lang pour les variations de la température (chutes de pluie et chaleur de l'air). Il y a donc des relations probables entre les deux ordres de phénomènes. Les glaciers seraient en croissance dans les périodes pluvieuses et froides, en décroissance dans les périodes sèches et chaudes; le facteur important semble être la chute de pluie.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AVRIL 1886

Le 2, très forte rosée le matin, rosée à 9 h. du soir.
3, fort vent l'après-midi.
6, fort vent depuis 4 h. du soir.
7, halo solaire à 1 h. du soir.
8, très forte rosée le matin, gelée blanche en quelques endroits; minimum de nuit + 3°,0; fort vent depuis 10 h. du matin.
9, neige sur les montagnes environnantes; elle descend jusqu'au pied du Salève.
11, gelée blanche le matin; minimum de nuit — 0°,5.
12, halo lunaire à 8 h. du soir.
13, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
15, forte bise depuis 10 h. du matin.
18, gelée blanche le matin; minimum de nuit + 2°,8; halo solaire à midi et demie; halo lunaire à 9 h. du soir.
25, rosée le matin.
26, arc-en-ciel au NE. vers 5 h. ½ du soir.
29, éclairs au SE. vers 8 h. du soir.
30, très forte averse à 8 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 7 h. matin	734,88	Le 3 à 4 h. soir	729,36
4 à 1 h. matin	732,78	6 à 5 h. soir	724,97
7 à 10 h. matin	730,57	8 à 10 h. soir..	719,66
9 à 10 h. matin	724,92	11 à 2 h. soir	715,68
14 à 9 h. matin	730,05	20 à 4 h. soir	715,59
24 à 7 h. matin	729,24	29 à 3 h. soir	717,31

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	733,59	+ 9,06	732,25	734,88	+11,49	+ 4,66	+ 9,7	+15,9	732	+ 14	620	820	...	...	N. 1	0,43	+ 7,4	+ 0,1	120,7
2	731,76	+ 7,24	729,92	733,40	+ 9,96	+ 2,99	+ 4,0	+15,3	764	+ 48	520	940	...	...	N. 1	0,38	7,7	+ 0,4	120,5
3	730,55	+ 6,04	729,36	731,48	+14,67	+ 7,57	+ 7,4	+22,5	518	—196	260	850	...	...	SSO. 1	0,78	7,6	+ 0,2	123,5
4	731,75	+ 7,25	730,56	732,78	+12,85	+ 5,61	+ 8,8	+17,7	576	—137	390	810	2,0	4	SSO. 1	1,00	...	.....	123,0
5	729,51	+ 5,02	727,33	731,70	+11,74	+ 4,36	+ 8,3	+16,1	768	+ 57	530	980	...	...	N. 1	0,48	7,9	+ 0,3	125,8
6	725,82	+ 1,33	724,97	727,20	+11,84	+ 4,33	+10,1	+14,5	830	+120	770	860	7,2	12	SSO. 1	1,00	7,9	+ 0,2	125,9
7	728,55	+ 4,07	726,17	730,57	+ 9,37	+ 1,72	+ 6,4	+11,8	535	—173	380	770	...	...	N. 1	0,32	7,8	+ 0,1	130,0
8	722,87	— 1,61	719,66	727,02	+12,78	+ 4,99	+ 3,0	+21,3	597	—110	240	900	...	...	S. 2	0,30	7,9	+ 0,1	130,0
9	723,66	— 0,82	719,84	724,92	+ 4,91	— 3,02	+ 2,6	+13,5	859	+153	690	940	11,5	16	variable	1,00	7,6	— 0,3	132,0
10	720,30	— 4,19	718,19	723,48	+ 4,51	— 3,56	+ 2,0	+ 7,9	791	+ 87	560	1000	1,0	1	N. 1	0,72	7,0	— 1,0	135,0
11	716,48	— 8,01	715,68	718,02	+ 4,55	— 3,66	— 0,5	+ 9,4	788	+ 85	570	1000	...	...	S. 1	0,98	...	.....	134,0
12	719,40	— 5,10	717,64	721,62	+ 5,94	— 2,41	+ 2,5	+ 9,3	776	+ 74	620	960	1,5	2	N. 2	0,92	6,7	— 1,5	136,0
13	725,82	+ 1,31	721,75	729,80	+ 9,12	+ 0,63	+ 7,5	+12,0	716	+ 15	600	810	...	...	N. 2	0,88	7,1	— 1,2	138,5
14	728,83	+ 4,31	727,33	730,05	+ 8,32	— 0,31	+ 5,4	+11,5	702	+ 2	470	910	0,0	...	NNE. 1	0,72	6,9	— 1,5	137,0
15	724,03	— 0,50	722,23	726,97	+ 7,06	— 1,71	+ 4,3	+10,7	661	— 39	430	840	0,0	...	N. 2	0,57	6,5	— 2,0	138,0
16	721,77	— 2,78	721,21	722,41	+ 5,58	— 3,33	+ 4,0	+ 7,7	705	+ 6	650	760	...	...	N. 1	0,98	6,5	— 2,1	137,0
17	722,71	— 1,85	722,00	723,61	+ 6,33	— 2,72	+ 3,2	+11,3	735	+ 37	580	880	0,1	1	variable	1,00	7,3	— 1,4	136,0
18	720,85	— 3,72	718,65	723,56	+ 8,71	— 0,48	+ 2,8	+14,0	721	+ 24	460	950	...	...	N. 1	0,52	...	.....	136,0
19	717,78	— 6,82	716,82	718,74	+ 9,69	+ 0,35	+ 5,3	+14,0	706	+ 9	510	900	...	...	variable	1,00	7,6	— 1,2	134,5
20	716,60	— 8,02	715,59	718,06	+12,07	+ 2,59	+ 8,0	+17,2	652	— 44	440	810	0,0	...	NNO. 1	0,97	8,2	— 0,8	135,5
21	722,10	— 2,54	718,76	725,00	+ 9,79	+ 0,17	+ 7,9	+12,6	855	+169	750	970	11,1	12	SE. 1	1,00	8,2	— 0,9	135,8
22	725,29	+ 0,62	724,44	726,68	+10,85	+ 1,09	+ 7,6	+16,0	776	+ 81	530	980	...	...	N. 1	0,53	9,0	— 0,2	136,0
23	727,40	+ 2,71	726,83	728,64	+12,58	+ 2,67	+ 6,4	+18,3	679	— 16	450	860	...	...	variable	0,70	8,9	— 0,4	135,5
24	728,12	+ 3,40	726,70	729,24	+13,11	+ 3,06	+ 7,8	+18,8	641	— 54	440	790	...	...	N. 1	0,08	10,2	+ 0,8	136,5
25	726,91	+ 2,16	725,00	728,12	+14,06	+ 3,86	+ 7,3	+20,4	609	— 86	310	820	...	...	N. 1	0,08	...	.....	137,0
26	725,32	+ 0,54	723,40	727,00	+14,89	+ 4,55	+ 8,0	+20,8	620	— 74	360	850	0,0	...	N. 1	0,28	12,1	+ 2,5	136,8
27	722,62	— 2,19	720,63	724,06	+15,34	+ 4,86	+ 8,1	+22,7	556	—138	240	820	...	...	N. 1	0,40	12,2	+ 2,5	138,0
28	720,16	— 4,68	718,17	721,79	+15,04	+ 4,41	+ 8,2	+22,0	549	—145	340	730	...	...	variable	0,83	13,4	+ 3,6	137,5
29	718,97	— 5,91	717,31	719,97	+15,90	+ 5,13	+12,3	+22,0	626	— 68	360	850	1,9	3	SSO. 1	0,77	13,3	+ 3,4	139,0
30	720,84	— 4,07	719,51	723,45	+14,02	+ 3,10	+ 9,8	+19,1	766	+ 72	480	1000	18,9	7	SSO. 1	0,98	9,0	— 1,0	140,5

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1886.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728 29	728,52	728,92	728 83	727 81	726 66	726,74	726 94
2e »	721.71	721,35	721,69	721,68	721,16	720,80	721,21	721,84
3e »	723,87	723.86	724,43	724 36	723,55	722,83	723,07	724,20
Mois	724 62	724,57	725,01	724,96	724,18	723,43	723.67	724,32
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,44	+ 7,49	+ 7,75	+11,90	+12 91	+13,60	+10,97	+ 9.23
2e »	+ 5,39	+ 4.90	+ 5,76	+ 8,37	+10,39	+10.66	+ 9,05	+ 7,37
3e »	+10,86	+ 9,27	+10,60	+14,48	+17,29	+18,23	+15,38	+12,36
Mois	+ 8.56	+ 7,22	+ 8,04	+11,58	+13.53	+14,16	+11,80	+ 9,66
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	779	819	798	619	596	532	670	763
2e »	845	816	821	676	559	546	710	758
3e »	804	817	830	634	473	457	590	745
Mois	809	817	816	643	543	512	657	755

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 6,23	+ 15,65	+ 7 64	0,64	21,7	126,64
2e »	+ 4.25	+ 11,71	+ 7,10	0,85	1,6	136,25
3e »	+ 8,34	+ 19,27	+ 10,70	0,56	31,9	137,26
Mois	+ 6,27	+ 15,54	+ 8,53	0,69	55,2	133,38

Dans ce mois l'air a été calme 1,11 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,09 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 4°,5 O. et son intensité est égale à 35,9 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1886.

Le 2, fort vent jusqu'à 4 h. du soir; brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
3, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
4, neige à 7 h. du soir, puis brouillard.
6, neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; brouillard à 4 h. du soir.
7, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
8, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; fort vent depuis 1 h. du soir.
9, très fort vent et brouillard jusqu'à 7 h. du matin; neige par une très forte bise depuis 10 h. du matin.
10, très forte bise tout le jour; neige jusqu'à 10 h. du matin, puis brouillard.
11, neige par un fort vent depuis 7 h. du soir.
12, neige jusqu'à 7 h. du soir.
13, brouillard tout le jour, forte bise 4 h. du soir.
14 et 15, brouillard par une forte bise tout le jour.
16, neige de 1 h. à 4 h. du soir.
17, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige de 10 h. du matin à 4 h. du soir; forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir, puis fort vent.
18, brouillard par un fort vent tout le jour.
19, brouillard jusqu'à 4 h. du soir, puis neige.
20, neige jusqu'à 4 h du soir.
21, brouillard de 1 h. à 7 h. du soir.
22, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
23, brouillard tout le jour.
24, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
26, fort vent de 1 h à 4 h. du soir.
27, fort vent depuis 1 h. du soir.
30, neige jusqu'à 7 h. du matin, la hauteur de la neige n'a pas pu être mesurée; brouillard depuis 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 11 h. matin	572,07	Le 11 à 8 h. matin	551,18
14 à minuit	562,70	16 à 8 h. matin	555,68
18 à 10 h. matin	559,61	20 à 7 h. matin	555,37
24 à 1 h. matin	567,13	30 à 5 h. matin	559,40

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1886.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.			
1	570,48	+10,13	569,92	571,60	+ 0,11	+ 5,59	— 4,8	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,13
2	571,44	+11,04	571,08	571,80	— 2,80	+ 2,56	— 4,5	— 0,3	.....	.....	....	SO. 2	0,93
3	571,83	+11,37	571,18	572,07	— 1,75	+ 3,49	— 4,6	+ 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,73
4	569,82	+ 9,30	569,08	571,55	+ 0,18	+ 5,30	— 4,0	+ 3,7	20	1,2	....	SO. 1	0,88
5	568,11	+ 7,53	567,76	569,02	+ 3,31	+ 8,30	— 1,0	+ 9,4	.....	.....	....	NE. 1	0,27
6	564,71	+ 4,07	563,30	567,56	+ 0,55	+ 5,41	— 0,4	+ 4,5	200	16,9	....	SO. 1	0,97
7	564,26	+ 3,55	563,00	565,67	— 2,34	+ 2,40	— 6,0	— 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0,28
8	564,24	+ 3,46	562,27	565,67	+ 0,13	+ 4,74	— 2,0	+ 4,4	.....	.....	....	SO. 2	0,90
9	558,45	— 2,40	556,20	562,09	— 8,09	— 3,61	—11,2	— 1,5	190	14,9	....	NE. 3	1,00
10	553,57	— 7,35	552,65	556,00	—10,45	— 6,10	—12,3	— 7,0	230	14,0	....	NE. 3	0,93
11	552,20	— 8,79	551,18	552,93	— 8,44	— 4,22	—14,2	— 4,4	30	1,8	....	SO. 1	0,53
12	555,45	— 5,61	552,90	558,72	— 6,04	— 1,95	— 9,8	— 1,3	110	10,0	....	NE. 1	0,98
13	560,70	— 0,44	558,94	562,62	— 5,14	— 1,18	— 7,5	— 0,8	.....	.....	....	NE. 2	0,98
14	562,00	+ 0,78	560,75	562,70	— 6,57	— 2,74	— 7,8	— 2,2	.....	.....	....	NE. 2	1,00
15	558,19	— 3,11	557,15	560,35	— 7,19	— 3,50	—10,0	— 3,1	.....	.....	....	NE. 2	0,97
16	556,45	— 4,93	555,68	557,34	— 5,49	— 1,94	— 9,6	+ 0,4	110	12,0	....	NE. 1	0,88
17	558,49	— 2,97	557,30	559,53	— 5,62	— 2,21	— 7,8	— 3,1	40	7,8	....	variable	1,00
18	559,23	— 2,31	559,00	559,61	— 5,94	— 2,67	— 8,4	— 3,7	.....	.....	....	SO. 2	0,95
19	557,19	— 4,43	556,60	558,62	— 4,90	— 1,77	— 7,2	— 1,5	70	7,6	....	SO. 1	1,00
20	556,20	— 5,51	555,37	557,00	— 0,87	+ 2,12	— 5,1	+ 4,0	20	3,0	....	SO. 1	0,88
21	559,19	— 2,61	557,01	561,54	— 0,65	+ 2,20	— 5,6	+ 6,8	.....	.....	....	NE. 1	0,87
22	562,83	+ 0,94	561,78	564,34	— 0,29	+ 2,42	— 4,5	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,70
23	565,59	+ 3,61	564,58	567,07	— 2,15	+ 0,42	— 4,6	+ 2,4	.....	.....	....	NE. 1	0,98
24	566,86	+ 4,79	566,30	567,13	+ 0,06	+ 2,49	— 4,1	+ 5,2	.....	.....	....	SO. 1	0,65
25	566,32	+ 4,16	565,98	566,94	— 0,70	+ 1,59	— 4,0	+ 5,5	.....	.....	....	SO. 1	0,32
26	565,74	+ 3,49	565,10	566,60	+ 0,23	+ 2,37	— 3,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,40
27	563,49	+ 1,15	562,70	564,98	— 0,25	+ 1,74	— 3,6	+ 4,3	.....	.....	....	SO. 2	0,60
28	561,60	— 0,83	560,82	563,00	— 0,25	+ 1,60	— 3,6	+ 5,7	.....	.....	....	SO. 1	0,75
29	560,26	— 2,26	559,66	561,03	— 0,19	+ 1,52	— 4,0	+ 5,2	.....	.....	....	SO. 1	0,90
30	560,19	— 2,43	559,40	561,08	+ 0,76	+ 2,33	— 2,2	+ 3,2	.....	7,5	....	SO. 1	1,00

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1886.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	566,70	565,95	565,72	565,80	565,62	565,23	565,21	565,29
2e » ...	557,61	557,15	557,12	557,56	557,59	557,69	557,99	558,18
3e » ...	563,28	562,91	562,92	563,20	563,26	563,14	563,27	563,68
Mois	562,53	562,00	561,92	562,18	562,16	562,02	562,16	562,38

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 2,75	— 0,86	+ 0,18	— 0,60	— 2,32	— 2,92
2e » ...	— 6,82	— 4,43	— 2,76	— 4,17	— 5,89	— 6,22
3e » ...	— 2,68	+ 1,15	+ 3,21	+ 1,59	— 0,41	— 1,50
Mois	— 4,08	— 1,38	+ 0,21	— 1,06	— 2,87	— 3,55

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 5,08	+ 1,98	0,70	47,0	640
2e » ...	— 8,74	— 1,57	0,92	42,2	380
3e » ...	— 3,92	+ 4,63	0,72	7,5	—
Mois	— 5,91	+ 1,68	0,88	96,7	1020

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,85 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 11,1 sur 100.

LA
NOVA D'ANDROMÈDE

PAR

M. A. KAMMERMANN
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève.

(Avec la planche II.)

Le 1er septembre 1885 dans le courant de l'après-midi, l'Observatoire de Genève recevait de la « Central-stelle für astronomische Telegramme » à Kiel une dépêche du plus haut intérêt, que nous reproduisons ici : « Dr Hartwig annonce variation très remarquable de la nébuleuse d'Andromède. Noyau de septième grandeur. » Cette dépêche provoqua partout une grande émotion parmi les astronomes, car elle pouvait donner lieu aux suppositions les plus variées. Avant d'entrer dans le domaine des hypothèses et de peser les chances de leur plus ou moins grande probabilité, nous allons donner un aperçu des particularités observées précédemment sur la nébuleuse d'Andromède.

Cette nébuleuse, signalée pour la première fois en Europe par Simon Marius en 1612, est l'une des plus brillantes du ciel et peut être vue sans peine à l'œil nu. Simon Marius décrit son aspect en la comparant à la lumière d'une bougie qu'on apercevrait à travers un corps

semi-transparent, et cette comparaison est exacte encore aujourd'hui. Dans des lunettes de faibles dimensions cette nébuleuse présente la forme d'un fuseau, avec condensation progressive et très accentuée au centre; celui-ci est occupé par un noyau brillant, d'un diamètre de 7″ d'après des mesures opérées par Lamont.

L'aspect de la nébuleuse perd sa régularité dans les instruments plus puissants; elle gagne beaucoup en superficie. A.-P. Bond, avec un réfracteur de 14 pouces d'ouverture, signala le premier deux canaux sombres parallèles au grand axe, et qui portent aujourd'hui son nom. Ces canaux ont été revus depuis par différents observateurs, et notre excellent équatorial Plantamour permet de les distinguer avec facilité. Bond a pu suivre cette nébuleuse sur une longueur de plus de 3° en longueur et sur une largeur dépassant 2°. Il a également signalé une quantité de très petites étoiles dont la présence, il est vrai, a été niée par d'autres observateurs.

Il semblerait en résulter que la nébuleuse d'Andromède n'est pas une nébuleuse proprement dite, mais un amas de petites étoiles situé à une distance si considérable qu'il est impossible de le décomposer, même avec les instruments les plus puissants. Telle était déjà l'opinion de sir John Herschel.

La découverte du spectroscope est venue ajouter un argument en faveur de cette hypothèse; le spectre de cette nébuleuse est continu. Elle est donc composée soit d'étoiles très petites et très rapprochées les unes des autres, soit d'une matière gazeuse. Dans ce dernier cas les gaz qui la composent devraient être à une température très basse ou soumis à une forte pression. Il est possible également que la nébuleuse soit composée d'étoiles et de matière gazeuse.

On peut se demander si des changements analogues n'ont pas déjà eu lieu précédemment; pour cela il faut remonter aux observations anciennes, et par conséquent plus ou moins dignes de foi, l'optique étant alors dans son enfance. Chaque astronome sait que l'aspect d'un objet, ou plutôt ses détails, varie beaucoup avec l'instrument, le grossissement employé et l'état de l'air au moment de l'observation. Si l'on compare les dessins d'une même nébuleuse exécutés par plusieurs observateurs différents, tous très dignes de foi, on trouve souvent de grandes différences. D'un soir à l'autre le même observateur peut voir les détails d'une nébuleuse d'une façon toute différente, suivant que la vision est bonne ou mauvaise, et l'on ne saurait assez se prémunir contre les illusions optiques. Il ne faut donc accepter les observations anciennes que sous bénéfice d'inventaire.

M. Charlier, astronome à Upsal, a été assez heureux pour retrouver la brochure d'un astronome français, nommé Bouilliau, et qui semblerait apporter un témoignage en faveur d'un changement survenu jadis dans la nébuleuse d'Andromède. Dans cette brochure Bouilliau s'étonne que cette nébuleuse, déjà signalée vers l'an 1500 par un *Anonymus quidam*, ait échappé à l'attention de Tycho-Brahé. Il fait ensuite la remarque importante qu'au mois de novembre 1666 la nébuleuse était très sombre après avoir brillé d'un vif éclat deux ans auparavant. D'un autre côté Le Gentil qui a décrit cet astre vers le milieu du XVIIIme siècle, déclare formellement que la description qu'en donne Simon Marius, exacte encore avant le mois d'août 1885, ne coïncidait pas du tout avec ses observations. Il semblerait en résulter que des variations analogues ont déjà eu lieu précédemment dans la nébuleuse d'Andromède.

Un phénomène aussi important ne pouvait passer inaperçu de nos jours des astronomes et des nombreux amateurs s'occupant d'astronomie; aussi l'on compte maints observateurs qui ont découvert la *Nova* indépendamment de M. Hartwig. L'aspect était tellement changé que plusieurs ont cru avoir visé un autre objet, ou ont attribué ce changement à la clarté de la lune. Dès que la nouvelle eut été répandue, les renseignements ont afflué de tous côtés et ont ainsi permis de fixer l'apparition de la *Nova* dans des limites restreintes. M. Max Wolf, de Heidelberg, le même qui a découvert en 1884 la comète qui porte son nom, a observé le 16 août la nébuleuse d'Andromède sans y remarquer rien d'insolite. Le 18 août, un Anglais, M. Silcock affirme que la *Nova* n'était pas encore visible, tandis que le 19 août à 11 heures du soir, M. Isaac-W. Ward a vu distinctement l'étoile nouvelle, qu'il estimait être de 9me $^1/_2$ grandeur. Cette observation est confirmée par une autre du Dr Hartwig, faite le jour suivant; il estimait que la *Nova* était de 7me grandeur environ. On peut donc affirmer que le phénomène s'est manifesté subitement entre le 18 et le 19 août, et d'après la grandeur que M. Ward assignait le 19 août à l'étoile, il est probable que son apparition remontait à peu d'heures seulement avant l'observation qu'il en a faite.

La soirée du 1er septembre étant belle à Genève, on la mit à profit pour examiner la nébuleuse d'Andromède. Je fus vivement frappé de voir à la place occupée précédemment par un noyau assez diffus, une belle étoile de 6me à 7me grandeur, d'une couleur orangée. Ce qui attira aussi mon attention fut une concentration nébuleuse assez faible qui suivait l'étoile de 2^s environ en ascension droite et légèrement plus au nord. A ce moment

surtout cette nébulosité avait une grande importance; on était en droit de se demander si ce n'était pas l'ancien noyau, dont l'éclat, comme celui de la nébuleuse en général, n'était pas éclipsé par la présence d'une étoile nouvelle d'une forte intensité lumineuse, mais n'ayant aucun rapport avec la nébuleuse d'Andromède. La même remarque fut faite le 3 septembre par Lord Crawford et par M. Ralph Copeland à l'Observatoire de Dun-Echt, et le 6 septembre par M. Bigourdan à l'Observatoire de Paris.

Le jour suivant je faisais un dessin de la partie centrale de la nébuleuse avec un grossisssement de 40; il est reproduit dans la figure 2 de la planche II. Ce dessin était destiné à montrer l'aspect général de la partie centrale de la nébuleuse, sans attacher une grande importance à la position et au nombre des étoiles qu'elle renferme. La reproduction lithographique donne une teinte trop forte pour la nébuleuse elle-même, et ne fait pas assez ressortir l'étoile nouvelle. Un peu au-dessous de la *Nova*, on aperçoit la condensation centrale mesurée par Lamont, et à gauche se trouve l'étoile de onzième grandeur dont il sera question plus loin.

La figure 1 est une reproduction du magnifique dessin de M. L. Trouvelot fait à l'observatoire de Harvard College. Elle pourra servir comme terme de comparaison entre l'aspect de la nébuleuse avant l'apparition de la *Nova* et celui qu'elle avait le 2 septembre, en tenant compte toutefois des restrictions faites précédemment.

Si l'étoile nouvelle avait coïncidé exactement avec l'ancien noyau, le phénomène aurait tenu un peu du merveilleux, et livré le champ à toutes les hypothèses cosmogoniques. Il était donc important de constater exactement sa

position, ce qui du reste était facile. La position de l'ancien noyau vis-à-vis d'une étoile de $10^m,7$ grandeur qui la précède au sud, et que l'on voit dans le dessin, a été déterminée par plusieurs astronomes, entre autres par MM. Struve et Vogel. Les valeurs des coordonnées rapportées à cette étoile sont d'après Struve $\Delta\alpha = +10^s84$ $\Delta\delta = +18'7$, et d'après Vogel $\Delta\alpha = +10^s79$ et $\Delta\delta = +19''4$. Plusieurs astronomes tels que MM. Van de Sande Bakhuyzen, le baron d'Engelhardt, etc., ont rattaché la *Nova* à la même étoile; ce dernier a obtenu comme différences de coordonnées $\Delta\alpha = +9^s437$ et $\Delta\delta = +15''47$. Il en résulte si l'on prend les moyennes des valeurs de Vogel et de Struve, que la Nova précède l'ancien noyau de 1^s38 et se trouve de $3''6$ plus au sud. J'ai mesuré de mon côté directement la distance de l'étoile nouvelle à la concentration nébuleuse dont il a déjà été question, et j'ai trouvé dans le même sens $\Delta\alpha = 1^s37$ et $\Delta\delta = 3''2$, soit un résultat identique.

La concentration nébuleuse était donc véritablement l'ancien noyau, dont la nouvelle étoile se trouvait assez rapprochée; il était optiquement éclipsé par la présence d'un astre plus lumineux, mais n'avait en réalité changé ni de forme ni d'intensité, pas plus que la nébuleuse en général. Le côté merveilleux du phénomène diminuait de beaucoup, l'étoile n'étant probablement pas en corrélation directe avec la nébuleuse, et se projetant par hasard sur celle-ci. Cette opinion fut énoncée par un grand nombre d'astronomes distingués, parmi lesquels nous citerons Vogel de Potsdam, Hasselberg de Pulkowa, Trouvelot de Meudon, Tempel de Florence, etc.

Malheureusement M. le D[r] Hartwig, interprétant d'une façon erronée la position d'une autre étoile dans la des-

cription que donne d'Arrest de la nébuleuse d'Andromède crut que le noyau lui-même avait subi une transformation ; cette erreur est du reste très excusable, car à ce moment ce savant se trouvait à l'Observatoire de Dorpat, et la bibliothèque de cet établissement ne possédait pas les ouvrages originaux relatifs à cette nébuleuse. Cette lacune l'a amené à émettre coup sur coup deux hypothèses que nous sommes obligés de mentionner ici, mais auxquelles ce zélé et savant astronome a probablement renoncé.

Il émettait d'abord l'idée que nous avions assisté à une transformation physique de la nébuleuse, et que celle-ci avait traversé une phase de son développement. Il croyait à une concentration survenue subitement dans le sein de la nébuleuse, ou en d'autres termes à la formation d'un monde nouveau dans le sens de l'hypothèse de Laplace. Cette théorie n'est guère soutenable, car nous avons déjà vu que le changement survenu n'était pas arrivé dans le noyau même de la nébuleuse; cette concentration aurait dû s'opérer en outre dans l'espace de quelques heures, ce qui est en contradiction avec les principes physiques admis jusqu'à maintenant. Aussi le 17 septembre M. Hartwig abandonnait cette idée pour revenir à une seconde théorie. Il admettait que la nébuleuse d'Andromède est formée de matières gazeuses, dont la température est très basse; ceci peut s'accorder avec le spectre continu qu'elle présente. La nouvelle étoile serait alors selon lui un immense incendie stellaire (Weltbrand), dont la chaleur énorme aurait dilaté les masses gazeuses et amené les changements qu'il croit avoir observés dans la nébuleuse elle-même.

Cette hypothèse ne paraît pas se confirmer, car elle est en contradiction directe avec l'observation d'un astro-

nome anglais. M. Knobel a mesuré l'intensité lumineuse de la partie la plus brillante de la nébuleuse, et trouve qu'elle est exactement la même qu'en 1881. C'est malheureusement le seul astronome qui ait eu l'idée d'une pareille mesure; les autres se sont surtout appliqués à estimer la diminution d'éclat de la Nova. Mais son observation a une portée immense; non seulement la nébuleuse n'a pas changé de forme, mais M. Knobel affirme que son intensité lumineuse est exactement la même qu'auparavant. On peut dès lors conclure à bon droit qu'il n'y a eu aucun changement physique dans la nébuleuse d'Andromède.

La spectroscopie ne vient ajouter aucun fait précis qui puisse donner une preuve décisive pour l'une ou l'autre des théories émises. La plupart des autorités en cette matière, telles que Vogel, Hasselberg, Huggins, etc., ont soupçonné des parties brillantes dans le spectre, sans pouvoir cependant l'affirmer d'une manière positive. M. de Konkoly seul a vu des raies d'absorption qui l'engagent à ranger la Nova parmi les étoiles à spectre de catégorie III *b*; les autres affirment n'avoir vu qu'un spectre continu sans raies sombres, croyant voir parfois de petites interruptions brillantes.

Le 2 septembre, j'examinai l'étoile au spectroscope, et mes observations ne peuvent confirmer que dans une faible mesure les résultats signalés par les autorités déjà citées. J'eus au commencement beaucoup de peine à trouver le spectre de l'étoile qui était presque effacé par celui du fond brillant de la nébuleuse. Après l'avoir trouvé et m'être bien assuré de son identité, je ne pus y distinguer aucune raie, ni brillante ni sombre. Le même soir, M. le prof. Thury, qui avait découvert indépendam-

ment la *Nova* sans aucune connaissance de la dépêche, arriva au même résultat.

Notons encore le fait que la grande majorité des observateurs ont toujours vu la Nova présentant un disque absolument stellaire. A ma connaissance on ne trouve que deux astronomes formant exception. Le 20 août, M. le Dr Hartwig affirmait que la Nova était entourée d'une espèce d'auréole très brillante, et M. Forrant rapporte que le 4 septembre l'étoile nouvelle était brumeuse, ne présentant de disque parfait sous aucun grossissement.

Les faits ainsi exposés ne laissent guère que deux hypothèses en présence, devant partir du principe que la nébuleuse comme telle n'a pas subi de transformations essentielles. La première admet que la coïncidence de la Nova avec la nébuleuse n'est que fortuite, les deux objets se trouvant par hasard dans le même rayon visuel. Elle a trouvé de nombreux défenseurs, ainsi que nous l'avons déjà vu, et serait tout à fait admissible si l'on ne connaissait pas déjà quelques cas d'apparitions d'étoiles nouvelles ou variables, au milieu de nébuleuses ou d'amas d'étoiles.

On peut citer entre autres η Argus, la Nova du Cygne en 1876, et surtout l'étoile nouvelle de M. le prof. Anwers de Berlin, découverte en 1860 dans l'amas Messier 60. Les observations qu'il a publiées dernièrement à ce sujet présentent une similitude frappante avec le phénomène observé en 1885, et ne permettent guère de croire à une coïncidence fortuite. La probabilité que le phénomène relativement si rare de l'apparition d'une étoile nouvelle, se soit manifesté trois fois pendant l'espace de 25 ans au milieu d'une nébuleuse, est excessivement minime. Il faut donc en rechercher la cause dans

la nébuleuse elle-même, sans cependant l'attribuer à une transformation intime de celle-ci.

M. le prof. Seeliger, directeur de l'Observatoire de Munich, nous paraît avoir résolu la question, et nous allons reproduire ses arguments aussi brièvement que possible.

Nous avons vu en commençant que la nébuleuse d'Andromède est probablement un amas considérable de petites étoiles très rapprochées les unes des autres et à une distance immense de nous. Il n'est toutefois pas impossible, et il est même probable d'après ses dimensions énormes et sa diminution graduelle d'éclat, que ces corps solides soient entourés d'une matière gazeuse. Dans un système pareil qui doit compter des millions d'étoiles, les mouvements des différents corps doivent être très compliqués. L'hypothèse d'un choc entre deux de ces astres n'a donc rien d'impossible. Une rencontre semblable produirait d'après les principes physiques une chaleur énorme, et l'embrasement des deux astres. En admettant que la lumière émise soit proportionnelle à la chaleur développée, le prof. Seeliger démontre mathématiquement que les observations photométriques du Dr G. Müller de Potsdam, sont expliquées d'une façon très satisfaisante. Les petites irrégularités qui subsistent peuvent être mises sur le compte de la rotation de l'étoile autour de son axe.

Cette hypothèse explique le phénomène sans avoir besoin de recourir ni à une coïncidence très problématique dans les rayons visuels des deux astres, ni surtout à un brusque changement cosmogonique dans la structure de la nébuleuse.

SUR LE

CHASSE-NEIGE DANS LES RÉGIONS ARCTIQUES

PAR

M. S.-A. ANDRÉE

(Avec pl. III.)

L'eau atmosphérique qui tombe à l'état liquide à la surface de la terre, ne reste généralement pas au même point jusqu'au moment de son évaporation. Il s'en déplace une quantité considérable sous l'influence de la capillarité et des lois de la pesanteur; une partie disparaît dans le sol, une autre s'écoule vers des régions géographiquement très éloignées de celle où la chute d'eau s'est effectuée. Il en est de même des eaux atmosphériques tombant à l'état solide, qui, arrivées à la surface de la terre, se fondent et suivent, après avoir repris la forme liquide, les mêmes lois que la pluie.

Mais un fait bien digne d'attention c'est que, même avant de subir aucune fusion, l'eau atmosphérique solidifiée, ou la neige qui couvre en hiver la surface du sol dans les latitudes élevées, loin de conserver une position immuable, se trouve fréquemment en mouvement par

masses considérables[1]. La force motrice est ici le vent qui détermine le mouvement tant au point de vue de la direction qu'à celui de la vitesse. Car quoique le mouvement subisse, il est vrai, des modifications dues à l'inégalité du sol, l'observation montre toutefois que l'influence de ces obstacles est relativement insignifiante. Le phénomène tout entier cesse par contre quand la couche superficielle de la neige fond en partie sous l'influence du soleil, et forme alors soit une couche moite, plastique, douée d'une certaine cohésion, soit, si la température s'abaisse ensuite, une croûte de glace (« neige portante ») qui empêche le vent de pénétrer dans la masse sous-jacente de neige plus mobile. Cette circonstance se présente d'ordinaire promptement dans les régions non arctiques, avec leur alternance régulière du jour et de la nuit, et leur végétation arborescente qui contribue en outre à réduire à un minimum la vitesse du vent au voisinage immédiat de la surface du sol.

C'est là, sans nul doute, ce qui explique que dans ces régions le phénomène qui nous occupe ne paraît pas avoir attiré l'attention.

Mais dans les régions arctiques où la grande végétation fait défaut; où de plus durant la longue nuit polaire, l'absence de soleil et la basse température ne permettent qu'exceptionnellement la formation de couches superficielles plus solides, le phénomène revêt des formes toutes différentes. On y observera bientôt le fait qu'une couche de neige récente, de plusieurs centimètres, disparaît souvent de nouveau avec une étonnante rapidité, sans que

[1] La marche des glaciers offre aussi une illustration de ce fait, quoiqu'elle soit d'une tout autre nature que celle visée ici.

cette disparition puisse s'expliquer suffisamment par la fonte ou par l'évaporation. La cause réelle est toutefois facile à trouver, car s'il ne souffle qu'un vent même très modéré on voit la masse de neige se transporter rapidement dans la direction du vent, et si la force de ce dernier est plus grande et la quantité de neige suffisante, le fleuve de neige passera sans interruption sur la localité avec une profondeur de plusieurs centimètres, jusqu'à ce que la masse de neige mobile ait totalement disparu. Les petites quantités seules qui se sont arrêtées contre un objet solitaire saillant au-dessus de la neige ou derrière cet objet, ou qui se sont amassées dans une légère dépression montrent que tout récemment encore une couche de neige mobile recouvrait la croûte dure qui apparaît de nouveau au jour.

En présence de la vaste étendue sur laquelle ce phénomène se produit incessamment durant plusieurs mois de l'année; en présence aussi de l'effet réfrigérant intense que possède le « chasse-neige » par suite de sa température généralement basse, et de son besoin de chaleur de fusion, il n'est guère douteux qu'un si vaste transport de neige ne soit d'une importance climatologique sensible pour les régions vers lesquelles cette masse se dirige et surtout pour les parties septentrionales des continents qui entourent le bassin polaire.

Nous n'avons pas réussi à trouver des données sur l'épaisseur d'un fleuve de neige pareil. *Nordenskiöld* seul mentionne dans son « voyage de la Véga [1] » que le chasse-neige était considérable au lieu d'hivernage du navire à Pitlekaij, et il décrit ce fait comme suit : « Même par les

[1] Original suédois, partie 5 et 6, p. 467.

vents faibles et par un ciel clair, on voyait un courant de neige de quelques centimètres d'épaisseur, raser le sol dans la direction du vent, et par suite principalement du N.-O. au S.-E. La quantité d'eau déplacée à l'état gelé dans ce courant, il est vrai peu profond, mais ininterrompu et rapide comme le vent se rendant de la côte septentrionale de la Sibérie dans des régions plus méridionales, doit être comparable à la masse d'eau des plus grands fleuves de la terre et jouer, au point de vue du climat entre autres comme apportant le froid aux régions forestières extrêmes du nord, un rôle assez grand pour devoir attirer l'attention des météorologistes. »

La réalité de l'effet en question sur le climat paraît être mise hors de doute par la circonstance démontrée par *Edlund*[1], que la fonte des neiges dans les régions septentrionales influe fortement sur la température moyenne des mois du printemps.

On comprend sans peine que le transport de neige qui s'opère dans les conditions indiquées ci-dessus, a son importance correspondante pour les régions exclusivement arctiques, et peut-être de préférence pour elles. Car celles-ci sont allégées par là, sur une échelle colossale, déjà même pendant l'hiver, d'une partie des masses de neige dont elles seraient chargées sans cela, et le travail de la fonte qui commence lorsque le soleil s'élève de nouveau au-dessus de l'horizon en est sensiblement facilité.

Pour la météorologie de ces régions il doit donc être

[1] E. Edlung, Bidrag till kännedomen om Sveriges klimat (Contributions à la connaissance du climat de la Suède). *Mémoires (Handlingar) de l'Acad. R. des sciences de Suède*, t. XII, n° 2, p. 14 et suiv.

fort probablement incorrect de considérer la différence entre l'eau tombée et l'évaporation comme la quantité d'eau atmosphérique fondue par le soleil.

La station météorologique suédoise établie au Spitzberg (cap Thordsen) dans l'hiver 1882-1883, n'apporta une attention suffisante à ce phénomène que vers la fin de décembre 1882. Il ne paraît pas être là aussi fréquent qu'à Pitlekaij, probablement par la raison que la température du cap Thordsen était relativement élevée et surtout variable, de sorte que la neige mobile s'y recouvrait plus facilement d'une couche superficielle assez solide pour la protéger contre le vent. On essaya cependant d'obtenir au moins des valeurs approximatives de la quantité de neige qui pendant l'unité de temps passait par une certaine section. On n'a pu cependant obtenir une série complète d'observations, parce qu'en l'absence de toute donnée antérieure on a perdu beaucoup de temps à trouver une forme convenable pour l'appareil collecteur. Ce dernier a dû au surplus être modifié et vérifié à plusieurs reprises, ce qui naturellement ne pouvait se faire d'avance du moment où il fallait attendre le temps convenable.

La planche montre deux des appareils dont je me suis servi. L'un (Pl. III, fig. 1 et 2) tel qu'il a été employé dans les premiers jaugeages, se compose d'un vase cylindrique en métal, A, dans la paroi latérale duquel est une ouverture rectangulaire *b*, haute de 14^{mm} sur 21^{mm} de largeur. L'ouverture supérieure du cylindre est couverte d'une grosse toile de lin, D, fixée entre le bord du vase et celui du couvercle L. Dans la partie annulaire de ce dernier se trouvent, dans la toile, un grand nombre d'ouvertures *a* lesquelles, quand on pose le couvercle, sont tournées au

côté opposé vers *b*. L'appareil est installé dans la neige, avec l'ouverture *b* tournée droit contre le vent, à une profondeur suffisante pour que le bord inférieur de l'ouverture soit au niveau de la surface de la neige. Le chasse-neige pénètre alors par *b* et tombe au fond du vase. Le vent qui l'y a amené, après avoir passé la petite ouverture d'entrée, perd, en pénétrant dans le vase collecteur, dont l'aire est beaucoup plus grande, la majeure partie de sa force, par conséquent son pouvoir de transport, et il est forcé par là de laisser tomber la neige dont il est chargé. Le toit de lin arrête, à l'instar d'un tamis, la petite quantité de neige que le vent peut encore porter et le vent s'échappe enfin par les ouvertures du côté postérieur de l'appareil (du couvercle).

Ce système offrait toutefois plusieurs inconvénients, dont le principal était que le vase apportait un obstacle trop considérable au mouvement du vent. Il en résultait que quelques minutes après l'installation de l'appareil dans la neige, il était entouré d'une rainure ou d'un évidement, pouvant mesurer jusqu'à 10 cm. de largeur, creusé par les tourbillons dans la neige (v. fig. 1). Afin d'éviter cet inconvénient, l'ouverture de la paroi du vase fut agrandie et munie d'un appendice conique saillant, pour que le mouvement de l'air fut moins gêné par le vase même au voisinage de l'ouverture d'entrée. L'unique résultat en fut que l'appendice tubulaire se trouva immédiatement obstrué par la neige. On posa alors une plaque métallique sur la neige devant l'appareil à la hauteur du bord inférieur de l'ouverture d'entrée.

On dut toutefois modifier l'appareil à d'autres égards encore et enfin il parut remplir assez bien son but sous la forme reproduite par les figures 3, 4 et 5.

Sur le couvercle du collecteur A est adapté un appendice en forme de pyramide tronquée, ouvert aux deux bouts, de même que du côté tourné vers le couvercle, dans lequel se trouve également une ouverture correspondante. Le passage direct du courant d'air est empêché par la plaque en métal E, soudée à 3 cm. de la base de la pyramide, ainsi que par le sac S tenu ouvert par les deux bandes fixes de métal *ee*, descendant du couvercle dans le vase et le sac. Les bandes sont percées de deux ouvertures longitudinales destinées à offrir une plus grande aire au vent. Celui-ci traverse l'appareil dans la direction indiquée par les flèches, et en sort par l'issue d'écoulement U, en communication directe avec l'intérieur du sac. A l'aide de la girouette *f*, on installe l'appareil avec l'ouverture d'entrée I contre le vent, et le bord inférieur de cette ouverture à la hauteur de la surface de la neige. Sur le rebord *a*, c'est-à-dire sur le côté supérieur du couvercle, et sur la neige qui se trouve devant l'appareil, repose horizontalement une plaque métallique M unie (fig. 6) dont le bord antérieur et les bords latéraux sont légèrement rabattus et enfoncés dans la neige.

Les modifications qu'il y aurait peut-être lieu d'apporter à ce système seraient de donner une capacité plus grande au collecteur, ainsi qu'une faible inclinaison aux côtés actuellement verticaux de la pyramide; il arrive en effet parfois que la neige s'engage entre eux, et comble peu à peu la pyramide jusqu'à son ouverture antérieure. Il serait de même peut-être préférable d'employer un sac moins profond, mais plus large, vu que par une neige abondante, le chasse-neige remplit bientôt l'appareil à une hauteur telle, que la toile se trouve engagée en partie dans la masse de neige, et, par la diminution de l'aire,

laisse un passage insuffisant au vent. Il est inutile d'ajouter que cet appareil n'est destiné qu'aux mesures à la surface même de la neige, et que pour les mesures à une plus grande hauteur, il faut des appareils d'une autre forme, quoique construits d'après les mêmes principes que celui-ci.

Nous donnons ici les résultats de quelques mesures :

Ces observations éparses suffisent déjà à montrer le travail sensiblement supérieur que fournit le second appareil (n° 2) en comparaison du premier, en ce que, pour des vitesses comparables du vent, il recueille environ dix fois plus de neige.

Il ne donne toutefois évidemment que des valeurs minimales, car il ne peut recevoir une plus grande quantité de neige que la quantité amenée, mais bien peut-être une quantité inférieure, vu qu'il doit porter jusqu'à un certain point obstacle au mouvement libre de l'air qui doit passer à travers l'appareil ainsi que dans son voisinage immédiat.

A l'aide des valeurs trouvées, il est possible de se faire une idée des proportions de ce mouvement avec des vents d'une certaine force. Si l'on admet 5 cm. pour la profondeur du fleuve proprement dit de neige à la proximité immédiate du sol, il passe, par mètre courant, dans la vitesse 7, environ 80×5, soit 400 kilogrammes par heure. La mesure du 18 janvier, à 11 h. du matin, pour laquelle le vase se trouvait à 80 cm. au-dessus de la surface du sol, permet d'admettre une moyenne de 0,27 kilog. par heure et par mètre courant pour 1 cm. de profondeur dans les parties de l'air situées à 1 m. de distance du sol. Ainsi,

TEMPS		Neige recueillie	Par heure et par centimètre carré.	Par heure et par mètre courant pour 1 cm. d'épaisseur.	Vitesse du vent échelle de BEAUFORT	Direction du vent.	Température de l'air.	Appareils.	REMARQUES
1883		grammes	grammes	kilogramm.					
Janvier 7.	9 h. s	136,0	52,4	5,24	6	ESE	—15°,6	N° 1	Rainure ou coulisse en neige tout autour de l'appareil.
»	»	53,0	43,2	4,32	6	ESE	—15,6	»	L'appareil recouvert de chasse-neige.
»	»	137,0	93,2	9,32	6	ESE	—15,6	»	
Janvier 18	9–10 h. m.	111,0	59,6	5,96	6	ESE	—10,4	»	La plaque s'est enfoncée de 3 à 4 mm.
»	11 m.	213,0	195,2	19,52	7	ESE	—10,8	»	La plaque appuyée contre le bord de l'orifice.
»	11 m.–1 s.	16,0	2,7	0,27	6	ESE	—10,7	»	Centre de l'orifice de l'appareil à 80 cm. au-dessus du sol.
Février 7.	7 m.	882,0	802,0	80,20	7	SO	— 3	N° 2	L'appareil rempli de neige.
»	8 m.	508,5	792,5	79,25	8	SO	— 4,1	»	
Mars 3...	9 m.	44,0	64,0	6,40	2	NO	—12,5	»	
Avril 1...	9 m.	239,0	137,2	13,72	0	—	— 0,9	»	
»	10 m.	140,0	38,2	3,82	0	—	— 1,1	»	Température de la surface de la neige —11°,3
Avril 14..	10 m.	81,0	98,5	9,85	4–5	ENE	— 3,5	»	» » » — 3°,9
»	11 m.	164,0	178,9	17,89	5	E	— 3,7	»	» » » — 3°,9
»	12 m.	75,0	81,8	8,18	3–4	ENE	— 3,8	»	» » » — 3°,9

il passe, par les 95 cm. situés au-dessus du fleuve de neige proprement dit, une quantité de neige dont le poids s'élève à $95 \times 0{,}27 = 25{,}7$ kilog., et par conséquent par une section de 1 m. c.. un total de 425,7 kilog. Un fleuve de neige pareil, de la largeur de 10 kilomètres nettoie en 48 heures une surface de 10 kilomètres carrés d'une couche de neige de 25 cm. d'épaisseur (la densité de la neige calculée à 0,08).

Les chiffres employés dans ce calcul correspondent à des valeurs minimales. En outre on n'a pas fait entrer en ligne de compte des quantités de neige, s'élevant peut-être à un montant égal, qui sont enlevées à une hauteur dépassant la hauteur insignifiante de 1 m., prise ici en considération. Il est donc évident que le phénomène en question revêt souvent des proportions considérables.

L'importance du phénomène serait néanmoins assez subordonnée, si les effets n'en étaient sensibles que dans les tempêtes ou les grandes vitesses de vent; mais les trois valeurs indiquées pour le 3 mars et le 1er avril, montrent que la neige mobile est fortement entraînée aussi par des vents beaucoup plus faibles, si faibles même qu'un observateur a pu les placer au bas de l'échelle des vents. En réalité, depuis que ce phénomène a attiré notre attention, nous avons nous-mêmes observé plusieurs circonstances montrant la mobilité extraordinaire que possède une masse de neige friable.

Ainsi, par exemple, nous avons fréquemment vu, dans des ravins, par un temps calme, un mince courant de neige monter et descendre les flancs du ravin, en suivant chaque caprice d'un courant d'air à peine sensible. On peut observer de même qu'une couverture de neige, qui s'est formée par le calme, et qui présente alors une surface

homogène, prend, au moindre vent, l'apparence striée, les particules de neige de la surface s'arrangeant dans un certain ordre sous l'influence du vent, les petites derrière les grandes.

Ce phénomène se montre même aussi pour la neige tombée par une température au-dessus de zéro. Enfin l'on entend presque toujours sur un champ de neige un faible bruissement dû au frottement des grains de neige en mouvement contre la couche sous-jacente.

Il y a par conséquent lieu d'admettre que dans les régions polaires, *la neige mobile se trouve incessamment en mouvement*, ou du moins n'est qu'exceptionnellement en repos. En considération des effets de ce phénomène et de la vaste étendue sur laquelle il se produit, il paraît être bien digne de l'attention des savants qui font de la météorologie et du climat des régions arctiques l'objet de leurs recherches et de leurs études.

Stockholm, le 23 mars 1886.

SUR LES DÉFORMATIONS
QUE SUBISSENT DES SPHÈRES EN CAOUTCHOUC
PAR DES FORCES EXTÉRIEURES

PAR

M. H. SCHNEEBELI

Professeur au Polytechnicum de Zurich.

I

Dans une communication précédente (*Archives*, novembre 1885) j'ai décrit entre autres les déformations que subissent des sphères en acier qui se rencontrent pendant le choc ou qui sont serrées l'une contre l'autre par une pression continue. En même temps que ces expériences se faisaient j'avais proposé à M. Bieler, stud. phil., d'entreprendre des séries d'observations sur des sphères en caoutchouc. Ce qui suit est un compte rendu des résultats de ces déterminations.

J'avais proposé ces recherches surtout à deux points de vue :

1° Elles devaient vérifier les formules théoriques développées par M. Herz [1], et

[1] Herz, *Crelle*, Bd. 92. — *Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbefleisses*, Jahrgang 1882.

2° Les formules étant développées, en supposant que la surface d'aplatissement ne forme qu'une très petite partie de la surface totale des sphères, j'avais en vue d'étudier les déformations aussi pour des pressions plus fortes produisant des surfaces d'aplatissement considérables.

Le rayon de la surface d'aplatissement de deux sphères, rayons R_1 et R_2 qui sont pressées l'une contre l'autre par une force de p kilogrammes est :

$$r = \sqrt[3]{\frac{3\,p\,(\vartheta_1 + \vartheta_2)}{16\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}}$$

en posant :

$$\vartheta = \frac{2\,(1 + \theta)}{K\,(1 + 2\,\theta)}$$

θ et K sont tirés des équations :

$$E = 2\,K\,\frac{(1 + 3\,\theta)}{(1 + 2\,\theta)}$$

et

$$\mu = \frac{\theta}{1 + 2\,\theta}$$

E étant le coefficient d'élasticité d'après la définition ordinaire et μ le rapport de la contraction latérale à la dilatation longitudinale du solide élastique.

II

En première ligne on a examiné le rapport qui existe entre le rayon d'aplatissement et la force avec laquelle une sphère en caoutchouc est pressée contre un plan fixe et invariable. Dans ce cas on obtient pour le rayon de la surface d'aplatissement

$$r = \sqrt[3]{\frac{3\, p\, \vartheta\, R}{16}}$$

p étant la pression,

R le rayon de la sphère

et ϑ une quantité dépendant uniquement des propriétés élastiques de la sphère.

Il s'ensuit que :

$$\frac{r}{\sqrt[3]{p}} = \text{const.}$$

Pour vérifier cette relation par l'expérience, nous avions choisi plusieurs sphères en caoutchouc. J'avais construit un appareil approprié pour mesurer exactement la pression exercée; la force est appliquée à l'extrémité d'un levier et elle s'effectue à la main moyennant une balance à ressort, et en s'aidant, le cas échéant, par des poids auxiliaires. Comme plan invariable on avait choisi une plaque plane et épaisse en cuivre enduite d'une couche légère de craie. La surface d'aplatissement se dessine alors nettement sur la surface de la sphère. Les valeurs indiquées pour r sont la moyenne de 4 à 6 mesures suivant différents diamètres. Je ne donne les valeurs détaillées que pour deux des sphères expérimentées qui seront examinées encore dans la suite à un autre point de

vue. Les tableaux suivants renferment les résultats numériques de quelques séries :

I

Sphère N° I_a : R = 52,4^mm.

p en kil.	Série I.		Série II.	
	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$
4,932	9,95	5,845	9,70	5,699
7,932	11,59	5,812	11,65	5,842
10,932	12,68	5,713	12,85	5,790
13,932	13,81	5,739	13,83	5,748
16,932	15,06	5,865	15,26	5,943
19,932	15,44	5,695	15,40	5,680
22,932	16,26	5,723	16,25	5,719
25,932	16,91	5,713	16,85	5,693
39,432	19,81	5,820	19,90	5,847
58,182	22,40	5,781	22,36	5,770
76,932	23,72	5,577	23,60	5,549
	Moyenne :	5,753		5,752

II

Sphère N° I_b : R = 52,4^mm.

p en kil.	Série I.		Série II.	
	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$
4,932	9,76	5,734	9,98	5,863
7,932	11,60	5,817	11,56	5,796
10,932	12,79	5,763	12,74	5,740
13,932	14,02	5,827	13,74	5,710
16,932	14,80	5,764	14,86	5,787
19,932	15,49	5,713	15,55	5,735
22,932	16,25	5,719	16,36	5,758
25,932	17,09	5,774	17,02	5,750
39,432	19,68	5,782	20,00	5,876
58,182	22,41	5,783	21,88	5,647
76,932	23,95	5,644	23,89	5,617
	Moyenne :	5,756		5,752

L'expérience confirme les prévisions de la théorie; en outre les chiffres montrent que la relation

$$\frac{r}{\sqrt[3]{p}} = \text{const.}$$

existe même pour des déformations très considérables. Cependant cette constante semble diminuer un peu lorsque la pression dépasse une certaine limite. En outre, il résulte des tableaux ci-dessus que les propriétés élastiques des deux sphères sont pour ainsi dire absolument identiques, les moyennes de la constante coïncidant d'une manière remarquable. Il n'en est pas de même pour d'autres sphères en caoutchouc qui ont été soumises à l'expérience. Je n'ai pas pu me procurer de sphères de différents diamètres ayant seulement approximativement les mêmes qualités élastiques. On avait expérimenté 4 paires de sphères en caoutchouc, dont les plus petites avaient un rayon de 23,38 mm. Mais en essayant le matériel de ces différentes sphères seulement à la main, on a pu se persuader que leurs propriétés élastiques étaient toutes différentes. Pourtant pour toutes les sphères expérimentées le rapport ci-dessus a été trouvé individuellement constant. Il varie depuis 5,7 pour les plus grandes et aussi les plus dures jusqu'à 3,8 pour les plus petites et les plus molles.

III

La formule théorique pour le rayon du cercle d'aplatissement ne varie pas, si au lieu de presser une sphère

contre un plan fixe et invariable, on la presse contre une seconde sphère de mêmes dimensions et de mêmes qualités élastiques. En effet dans ce cas aussi la formule générale se réduit à :

$$r = \sqrt[3]{\frac{3\,p\,\vartheta\,R}{16}}$$

d'où suit :

$$\frac{r}{\sqrt[3]{p}} = \text{const.}$$

Nous avons vérifié cette relation pour les 4 paires de sphères; les résultats pour les plus grosses sont contenus dans le tableau suivant :

III

Sphères N° I_a et N° I_b : R = 52,4^{mm}.

p en kil.	SÉRIE I.		SÉRIE II.		SÉRIE III.	
	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$	r en mm.	$\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$
4,932	10,15	5,962	9,85	5,787	10,05	5,904
7,942	11,70	5,866	11,70	5,866	11,50	5,766
10,932	13,00	5,857	12,90	5,812	12,90	5,812
13,932	14,10	5,860	14,15	5,881	13,90	5,777
16,932	15,05	5,861	15,10	5,880	14,85	5,783
19,932	15,85	5,845	15,80	5,827	15,75	5,809
22,932	16,45	5,790	16,35	5,755	16,35	5,755
25,932	16,75	5,659	16,85	5,693	16,95	5,727
39,432	19,20	5,644	19,10	5,612	19,40	5,700
58,182	21,95	5,664	21,50	5,548	21,85	5,639
76,932	23,75	5,584	23,45	5,514	23,60	5,549
	Moyenne	5,779		5,743		5,747

J'ai déjà signalé une diminution du rapport $\frac{r}{\sqrt[3]{p}}$ lorsque la pression dépasse une certaine limite; dans les séries précédentes cette diminution est plus accentuée encore.

IV

Les figures d'aplatissement nous fournissent une méthode simple pour la détermination du coefficient d'élasticité des sphères élastiques. En effet soit r le rayon du cercle d'aplatissement d'une sphère qu'on avait pressée avec une force de p kilogrammes contre un plan fixe et invariable ou contre une seconde sphère de mêmes dimensions et de mêmes propriétés élastiques, on a

$$r = \sqrt[3]{\frac{3}{16} \vartheta R}$$

d'où l'on peut facilement calculer le coefficient d'élasticité E moyennant les équations citées plus haut. On obtient par exemple pour les deux sphères N° I, que nous avons expérimentées, et en choisissant comme moyenne des différentes séries :

$$\frac{r}{\sqrt[3]{p}} = 5{,}752$$

et pour μ suivant Röntgen[1] :

[1] Röntgen, *Pogg. Annal.*, vol. 159.

$$\mu = 0{,}45$$

$$E = 0{,}164 \frac{kg}{mm^2}.$$

Villari [1] a montré que le coefficient d'élasticité du caoutchouc est excessivement variable suivant la traction à laquelle il a soumis le cylindre en caoutchouc. Il est évident alors que la valeur numérique de E que nous tirons de nos expériences est une quantité très complexe puisque les pressions qui sont exercées sur le caoutchouc varient depuis zéro à la circonférence de la surface d'aplatissement jusqu'à une valeur maximale dans leur centre. Dans nos expériences cette pression maximale varie seulement entre des limites peu étendues, comme on peut le voir dans ce qui suit.

La pression par unité de surface dans un point quelconque de la surface d'aplatissement, à la distance a de son centre est :

$$Z = \frac{3\,p}{2\,\pi} \frac{\sqrt{r^2 - a^2}}{r^3}$$

donc la pression maximale au centre :

$$Z\,max = \frac{3\,p}{2\,\pi\,r^2}$$

Pour la plus petite pression que nous ayons fait agir sur les sphères N° I, la pression maximale était :

[1] Villari, *Pogg. Annal.*, vol. 143.

$$Z\ max = 0{,}024 \text{ kilogrammes}$$

et pour la plus grande pression exercée :

$$Z\ max = 0{,}065 \text{ kilogrammes.}$$

La variation du coefficient d'élasticité avec la pression explique aussi d'une manière satisfaisante la diminution de la constante pour des pressions très fortes, car le coefficient d'élasticité E du caoutchouc augmentant pour des pressions plus fortes, ϑ doit décroître en même temps.

LA PÉRIODICITÉ

DES

PHÉNOMÈNES DE LA VÉGÉTATION

D'APRÈS LES

RECHERCHES DE M. LE Dr HERMANN MÜLLER-THURGAU

PAR

M. Jean DUFOUR

Lorsque l'hiver revient chaque année prendre possession de nos contrées, l'interruption complète des phénomènes de la végétation semble, au premier abord, être une simple et banale conséquence de la froidure. Aussi l'idée que le rythme périodique de la vie des plantes, cette alternance d'une phase active et d'un repos prolongé, est déterminé par les seules conditions extérieures peut-elle paraître évidente à l'observateur superficiel, à celui surtout qui considère son petit coin de pays, sans avoir une vue d'ensemble sur les manifestations végétales des contrées soumises à d'autres climats.

Mais, lorsqu'on étudie de plus près cette périodicité, lorsqu'on analyse certains cas particuliers, on voit que le

problème est en réalité beaucoup plus compliqué. On voit certaines plantes entrer dans une période de repos complet et y persister de longs mois, alors que la nature leur offre cependant tous les facteurs nécessaires à la croissance: chaleur, humidité, oxygène, matériaux nutritifs de réserve. Puis, au bout d'un temps plus ou moins long, dans des conditions qui, à vues humaines, sont beaucoup moins favorables, la plante se met subitement à pousser avec énergie. Est-il besoin d'en citer des exemples? Tout le monde connaît le mode de végétation des crocus, des jacinthes, de la pomme de terre, de l'*Eranthis hiemalis* Salisb.

Nous sommes donc forcés de recourir à l'intervention de causes internes, physiologiques, et d'admettre l'existence de l'absolue nécessité d'une période de repos dans la vie de beaucoup de plantes.

Les observations faites à Madère par M. Oswald Heer ont contribué largement à établir la notion d'une périodicité indépendante du climat. Ainsi, elles nous ont appris que le hêtre, le chêne et d'autres essences d'origine septentrionale y perdent leurs feuilles en hiver et accomplissent une vraie période de repos, bien que le climat de Madère, exceptionnellement doux et constant, présente alors des moyennes mensuelles fort semblables à celles de nos contrées pendant l'été. Pour le hêtre, la période de repos est de 149 jours à Madère; à Glaris elle dure en moyenne 194 jours.

M. Alph. de Candolle, après avoir résumé ces observations dans sa *Géographie botanique raisonnée*, les fait suivre de remarques[1] que nous demandons la permission

[1] I, p. 398.

de reproduire ici, car elles montrent combien le savant botaniste genevois avait prévu clairement les idées énoncées plus tard, sous une forme un peu différente, par les physiologistes allemands.

..... « Ces faits sont curieux, et semblent très clairs en « faveur d'une flexibilité considérable des espèces. Toute- « fois, en y réfléchissant, j'explique le phénomène d'une « façon bien différente. La foliaison n'exige pas seulement « une certaine chaleur; elle ne peut arriver qu'à la suite « d'un repos des organes extérieurs, pendant lequel les « sucs doivent se répartir et se modifier dans le tissu « même de la plante. La chute des feuilles, également, « n'est pas le résultat de la seule température, c'est un « effet amené en grande partie par la vétusté des organes, « l'accroissement des bourgeons axillaires, la distribution « de certains sucs dans la plante, peut-être aussi par « l'état des racines après une végétation de plusieurs « mois. Lorsque la plante a joui du repos des organes « extérieurs qui lui est nécessaire, la vie active ne re- « commence pas dans nos régions septentrionales, à moins « que la température ne dépasse une certaine limite; « mais dans un pays tel que Madère, où cette limite est « constamment dépassée, la plante pousse ses feuilles « lorsque l'élaboration intérieure est finie. Elle n'attend « que cela, car la température n'a jamais cessé d'être fa- « vorable. Le réveil arrive dans ce cas, comme la chute « des feuilles, par des causes physiologiques internes, et « non par une réunion de causes internes et externes..... »

Enfin, dans les *Leçons de physiologie végétale* de M. Sachs, la question de la périodicité est traitée à une place où l'on n'aurait guère songé à la rencontrer : en pleine physiologie de la nutrition, dans le chapitre des *ferments*. L'auteur

explique en effet la nécessité d'une période de repos dans la vie de beaucoup de plantes, par l'absence temporaire de ferments capables de transformer les matériaux nutritifs de réserve, l'amidon par exemple, en substances actives, solubles, pouvant servir immédiatement à l'accroissement des organes. M. Sachs se figure que ces ferments se forment dans les bourgeons eux-mêmes, mais avec une extrême lenteur, de sorte que plusieurs mois sont nécessaires à leur élaboration. Une fois ces ferments développés dans les cellules du bourgeon, ils se répandraient dans le reste de la plante; agissant alors sur les substances de réserve déposées dans les tissus, ils les rendraient solubles, et détermineraient par là l'éclosion et le développement des feuilles.

M. Sachs ne donne pas du reste cette explication comme une théorie établie, mais plutôt comme une simple hypothèse, de nature à nous ouvrir de nouveaux aperçus dans le domaine si énigmatique des phénomènes périodiques.

A la fin de l'année dernière, paraissait en Allemagne un mémoire étendu, sur lequel nous voudrions attirer tout spécialement l'attention des lecteurs des Archives, et qui nous intéresse à un double point de vue : il constitue une première tentative de résoudre le problème à l'aide des méthodes de la chimie physiologique, enfin il est l'œuvre de l'un de nos compatriotes qui dirige avec talent la station d'essais agricoles et viticoles de Geisenheim sur le Rhin : M. le Dr Hermann Müller-Thurgau. Son travail a pour titre : *Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen;* il a été publié dans les : *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, 1885, p. 851.

L'auteur s'appuie essentiellement sur l'étude très approfondie d'un végétal des plus vulgaires, la pomme de

terre ; il analyse avec une grande précision les phénomènes de nutrition, de respiration, bref toutes les diverses métamorphoses chimiques qui s'opèrent dans les cellules du tubercule, avant la période de repos, pendant celle-ci, puis au moment de la germination, et arrive enfin à déduire de ces données expérimentales une explication ingénieuse de la nature de la périodicité chez la pomme de terre. Passant ensuite aux phénomènes présentés par d'autres plantes, et en particulier par les espèces ligneuses, M. Müller montre que sa théorie est susceptible de recevoir une application assez générale.

C'est un fait bien connu que les pommes de terre se refusent absolument à germer en automne ou au commencement de l'hiver. On a beau leur offrir toutes les conditions désirables de chaleur et d'humidité, les planter dans de la bonne terre arrosée fréquemment, rien ne peut les faire sortir de leur vie latente. Puis, quelques mois plus tard, en janvier ou en février (en décembre déjà chez certaines variétés), on voit apparaître sur bon nombre des tubercules conservés à la cave, au froid et à l'obscurité, de longues pousses blanches, fort peu estimées des ménagères.

Nous avons donc chez la pomme de terre une période de repos bien caractérisée et facile à observer. Étudions avec M. Müller quelles sont les métamorphoses chimiques qui la déterminent. Et d'abord distinguons deux périodes essentielles dans la vie d'un tubercule : le temps de la croissance, puis la période de repos, qui date du moment où cesse la communication avec la plante-mère.

Pendant toute la première période, le tubercule est le siège d'une active *production d'amidon*. Comme on le sait,

cette substance provient en première ligne du travail des feuilles qui décomposent l'acide carbonique de l'air. Les hydrates de carbone formés ainsi voyagent dans la tige sous forme de *sucre* et viennent servir à la croissance du tubercule. Le protoplasma de ce dernier reçoit donc du sucre en abondance; il en transforme la plus grande partie en amidon. Mais une portion de la substance carbonée prend une tout autre destination : elle sert à alimenter la *respiration* du protoplasma.

Toute cellule végétale respire, et le carbone qui constitue avec l'eau un produit de cette combustion lente est emprunté naturellement à la cellule elle-même et principalement aux hydrates de carbone. M. Müller a déterminé l'intensité des phénomènes respiratoires à l'aide d'une méthode nouvelle, reposant sur l'emploi d'appareils ingénieux, qui permettent d'étudier les échanges gazeux des organes sans troubler leurs conditions normales de végétation. Il a trouvé ainsi qu'un tubercule tenant encore à la plante mère, recevant par conséquent journellement des feuilles de nouvelles quantités de sucre, respire plus énergiquement qu'une pomme de terre isolée.

Une pomme de terre entrée depuis peu dans sa période de repos paraît absolument inerte; on dirait que la vie s'est figée en elle, pour ne se réveiller qu'aux approches du printemps. Cependant, cette immobilité n'est qu'apparente. M. Müller a montré déjà, dans un travail précédent[1], que les cellules gorgées d'amidon des tubercules sont le siège de métamorphoses chimiques lentes, mais continues. Le protoplasma ne cesse aucunement de respirer, et pour cela il a besoin de sucre. Comme il n'en reçoit

[1] *Landw. Jahrbücher*, 1882, p. 751

plus des feuilles, il est forcé d'en emprunter aux réserves carbonées de la cellule, et de transformer à cet effet une partie de l'amidon emmagasiné dans la cellule en sucre.

Mais ce n'est pas tout. Les expériences de M. Müller l'ont conduit à la découverte d'un fait bien curieux, surprenant même au premier abord, mais qui paraît cependant bien établi : le sucre formé aux dépens de l'amidon n'est pas employé en entier à la respiration du protoplasma, *la majeure partie est au contraire immédiatement retransformée en grains d'amidon.*

Voilà donc, dans la même cellule, trois métamorphoses chimiques au moins : transformation d'amidon en sucre, combustion partielle de ce sucre par la respiration, enfin création nouvelle d'amidon aux dépens du reste du sucre. Suivant les conditions de température, suivant l'âge de la pomme de terre, suivant la quantité de sucre mise à la disposition du protoplasma, l'intensité des divers phénomènes varie dans des limites assez étendues.

Tout le monde sait que les pommes de terre conservées en hiver dans une cave trop froide subissent une altération bien singulière : elles prennent un goût douceâtre, fort désagréable et qui les rend souvent absolument immangeables. M. Müller a, le premier, donné l'explication de ce phénomène; mieux encore, il a indiqué un moyen aussi simple que pratique pour rendre propres à la consommation les pommes de terre douces.

Comme nous venons de le voir, il y a constamment, dans les tubercules entrés dans leur période de repos, une transformation partielle d'amidon en sucre. Lorsque la température s'abaisse jusqu'aux environs de 0°, et s'y maintient pendant quelques jours, la formation du sucre, ce phénomène purement chimique continue à se produire.

En revanche, la *consommation* du sucre, qui repose sur des actions physiologiques, subit une diminution considérable: la création nouvelle d'amidon aux dépens du sucre se réduit à un minimum, la respiration devient de son côté beaucoup moins active. Qu'arrive-t-il? Le sucre *s'accumule* dans les tissus. Mais la pomme de terre n'est cependant pas gelée. Il faudrait pour cela qu'elle subît un refroidissement bien plus prononcé, soit l'action d'une température de —3° ou —4°.

Prenons maintenant cette pomme de terre douce et transportons-la dans une chambre chaude (18°-20°). Le protoplasma reprend bientôt son énergie accoutumée; la consommation du sucre se rétablit, et, au bout d'une semaine environ, le tubercule est de nouveau très mangeable. Il a non seulement perdu son goût désagréable, il est devenu plus riche en amidon.

Mais terminons là cette digression. Supposons maintenant que la température de la cave ne subisse pas, dans le cours de l'hiver, un abaissement capable de troubler d'une manière aussi grave les transformations chimiques qui s'opèrent dans les tubercules. Il y a pour nous un intérêt particulier à étudier de plus près l'influence de l'âge des pommes de terre sur l'intensité respective de ces phénomènes; peut-être pourrons-nous acquérir par là des données plus précises sur la nature intime de la périodicité.

La *formation du sucre aux dépens de l'amidon* continue à se produire pendant toute la durée de la période de repos. Peut-être même devient-elle de plus en plus abondante. Il est toutefois fort difficile de se prononcer avec sûreté sur ce point, à cause de la complication des phénomènes et des influences diverses qui se font jour. Dans

tous les cas, dès que les pommes de terre commencent à germer, la transformation d'amidon en sucre a lieu avec une énergie nouvelle et l'analyse décèle à ce moment dans les tubercules la présence certaine d'un ferment diastatique.

Les deux fonctions qui se disputent pour ainsi dire le sucre dans le tubercule : la *respiration* et la *création nouvelle d'amidon*, subissent des modifications très différentes dans leur intensité respective. Tant que les pommes de terre s'accroissaient aux dépens de la plante-mère, c'était la fabrication de l'amidon qui l'emportait de beaucoup sur la respiration. Le protoplasma, relativement jeune, était alors doué au plus haut degré de la faculté d'emmagasiner, sous forme de grains amylacés, les matériaux de réserve qui lui arrivaient constamment des feuilles. Mais, avec le temps, cette capacité du protoplasma semble *s'affaiblir* de plus en plus. Comme nous venons de le voir, un refroidissement prolongé produit un effet tout semblable.

L'intensité des phénomènes respiratoires subit une fluctuation inverse. Assez faible au début de la période de repos, la respiration tend à devenir plus forte dans la suite. C'est là une conséquence naturelle de la diminution dans la création de l'amidon; le protoplasma se trouve ainsi avoir plus de sucre à sa disposition : il respire avec plus d'énergie. Mais, comme la création d'amidon aux dépens du sucre va en s'affaiblissant de plus en plus, il arrive un moment où la respiration, si énergique soit-elle, ne parvient pas à consommer tout le sucre qui s'accumule dans la cellule. Bref, lorsque la pomme de terre arrive à la fin de la période de repos, *la proportion de sucre disponible augmente dans les cellules.*

Les bourgeons, séparés des cellules à amidon par une couche relativement épaisse d'éléments assez riches en protoplasma, mais dépourvus d'hydrates de carbone, ne reçoivent pendant toute la première partie de l'hiver que de minimes quantités de sucre, aussitôt affectées aux besoins d'une maigre respiration. Ils ne peuvent donc pas se développer. Il leur manque pour cela le matériel nutritif nécessaire à la formation des parois de cellulose; il leur manque aussi les « forces vitales » capables d'organiser la croissance, forces qui ne peuvent prendre naissance dans des cellules où la respiration ne se fait qu'à moitié.

Vers la fin de l'hiver, la situation des bourgeons devient peu à peu meilleure. Les parties internes des tubercules voient, comme nous l'avons dit, s'augmenter d'une manière continue leur provision de sucre et peuvent dès lors en céder aux bourgeons des quantités toujours plus considérables. Alors commence pour ces derniers une nouvelle ère de développement. Avec le sucre arrivent à la fois la matière et la force; les germes s'allongent; la période de repos est terminée.

Voilà, en peu de mots, la manière dont M. Müller se représente la marche et la causalité des phénomènes. Cette théorie est, on le voit, bien différente de celle de M. Sachs. Ce n'est point par un développement excessivement lent de ferments dans les bourgeons eux-mêmes, c'est par la nature des transformations chimiques qui s'opèrent dans les cellules du tubercule, que s'explique la nécessité de la période de repos chez les pommes de terre. Certes, l'idée d'un développement extraordinairement lent de ferments est difficilement conciliable avec la réelle activité chimique continue dont M. Müller nous a dévoilé le secret. De plus, ce botaniste prouve par une expérience directe que

la formation du sucre dans les tubercules est indépendante de toute influence initiale des bourgeons. En enlevant ces derniers, et en soumettant ensuite les tubercules mutilés à un refroidissement prolongé (0°), il trouve que l'accumulation du sucre s'opère comme chez les pommes de terre intactes.

Si du reste nous observons la pomme de terre au début de la période de repos, nous voyons que la capacité de former du sucre est déjà très développée en elle, presque aussi énergique qu'au moment où la croissance se met en train. Et cependant, le tubercule est alors incapable de germer, tandis qu'à la fin de la période de repos les bourgeons se développent avec la plus grande facilité. Cette différence dans la faculté de développement ne peut donc pas être rattachée à une simple variation dans la *production* même du sucre; elle est due en réalité à la diminution progressive de la *consommation* de cette substance par le protoplasma des cellules du tubercule, diminution qui résulte elle-même en première ligne du *ralentissement qui s'opère dans la création nouvelle de grains d'amidon.*

Ce ralentissement progressif constitue, d'après M. Müller, un phénomène assez général chez les plantes. De jeunes cellules possèdent la faculté de transformer facilement le sucre en amidon; avec l'âge, cette fonction va en s'affaiblissant de plus en plus. L'auteur cite en particulier ce qui se passe en automne chez quelques fruits. Pendant leur période de croissance active, les poires et les pommes reçoivent continuellement du sucre élaboré par les feuilles. Au commencement, la plus grande partie de ce sucre est transformée en fécule; mais au bout de quelque temps, lorsque le fruit commence à mûrir, l'hydrate de carbone reste déposé sous forme de sucre dans les

tissus; le protoplasma n'a plus l'énergie nécessaire pour en fabriquer de l'amidon. Peu à peu, la fécule précédemment accumulée dans le fruit est même retransformée en sucre.

Les variétés de pommes et de poires qui se laissent conserver facilement jusqu'au printemps, sont en général riches en amidon et relativement pauvres en sucre, au moment où on les cueille. Au contraire, les fruits précoces, qui ne peuvent guère être conservés longtemps, ne renferment déjà plus d'amidon lors de la récolte. Ainsi, plus la vie d'un fruit est relativement courte, plus rapidement aussi s'éteint, avec la vieillesse du protoplasma, la faculté de former de l'amidon aux dépens du sucre.

Parmi les nombreux faits invoqués par M. Müller à l'appui de sa théorie de la périodicité, nous devons nous borner à relever deux exemples qui montrent bien que la période de repos des pommes de terre n'est point la conséquence d'une relation étroite et mystérieuse avec le cours des saisons, mais dépend de causes internes.

Il arrive quelquefois, sous l'influence de certains facteurs qui ne sont pas encore bien connus, que les tubercules commencent à germer, alors qu'ils sont encore en communication avec la plante qui les a formés. Ce phénomène apparaît plus fréquemment chez certaines variétés de pommes de terre, par exemple chez les « Johannisberger » et les « Prinz Karl. »

M. Müller-Thurgau s'explique ce développement précoce de la manière suivante : Aussi longtemps que les feuilles assimilent, les jeunes tubercules reçoivent du sucre, employé par eux soit à la croissance des cellules, soit à remplir ces dernières d'amidon, soit enfin à couvrir les

dépenses de la respiration. Par suite de l'afflux continu de l'hydrate de carbone, la jeune pomme de terre contient toujours une certaine quantité de sucre. Or, il se peut que dans des circonstances particulièrement favorables, ce sucre pénètre jusqu'aux bourgeons, et cela en quantité suffisante pour déterminer leur développement immédiat et leur permettre ainsi de sauter par-dessus la période de repos habituelle. Les bourgeons moins avancés qui ne profitent pas de cette aubaine inattendue et laissent passer, pour ainsi dire, l'occasion favorable, sont alors réduits à attendre le moment où, à la suite de lentes transformations chimiques, le tubercule pourra de nouveau mettre du sucre à leur disposition.

Si la période de repos des bourgeons de la pomme de terre a vraiment pour cause unique un manque temporaire de sucre, on doit pouvoir l'abréger à volonté en procurant aux bourgeons la substance indispensable à leur développement. Or il y a un moyen fort simple de déterminer artificiellement dans la pomme de terre une accumulation prématurée de sucre : c'est de soumettre pendant quelque temps les tubercules à l'influence d'une température de 0°. En opérant ainsi, M. Müller a réussi à accélérer de beaucoup la croissance des bourgeons.

Mais laissons maintenant les expériences sur les pommes de terre, pour jeter encore un coup d'œil rapide sur les phénomènes périodiques des autres végétaux.

Un grand nombre de nos espèces indigènes, arbres, arbrisseaux, plantes herbacées, accomplissent en hiver une longue période de repos, déterminée essentiellement par des causes internes. Si, au commencement de l'hiver, nous transportons dans une chambre chaude des rameaux

de vigne ou de cerisier, les bourgeons qui les couvrent périssent au bout de quelque temps, sans s'être développés d'une façon sensible. Eh bien, d'après M. Müller, nous avons affaire ici à des transformations chimiques fort semblables à celles qui régissent la périodicité de la pomme de terre. Au début de l'hiver, les bourgeons ne peuvent pas pousser, parce qu'ils n'ont pas de sucre à leur disposition. C'est seulement au bout d'un certain temps de repos que les bourgeons sont mis en possession des matières solubles indispensables à leur croissance, et cela à la suite de modifications survenues dans les cellules où étaient accumulées les substances de réserve. Il s'établit alors, entre les bourgeons d'une même branche, une sorte de concurrence, de combat pour la vie, c'est-à-dire pour le sucre. Les plus robustes, les mieux placés s'accroissent aux dépens des autres.

Si nous transportons au chaud une branche dont la période de repos n'est pas encore tout à fait achevée, la quantité de sucre disponible suffit à peine au développement de deux ou trois bourgeons. Mais cueillons-la quelques semaines plus tard, vers la fin de l'hiver : l'accumulation du sucre est alors plus avancée et un grand nombre de bourgeons se mettent à pousser.

La concurrence s'établit également, et souvent d'une manière très prononcée, entre les bourgeons à feuilles et les jeunes boutons. Lorsque la provision de sucre est suffisante, fleurs et feuilles seules apparaîtront, car elles exercent, nous dit M. Müller, une attraction plus énergique vis-à-vis des substances nutritives. Il y a de fait bon nombre de végétaux dont les feuilles exigent, pour leur développement, une somme de chaleur plus considérable que les fleurs. Au printemps, ce sont ces dernières qui se

montrent d'abord. Mais si, vers la fin de l'hiver, on transporte ces plantes, ou tout au moins des rameaux coupés sur elles, dans une serre chaude, les bourgeons à feuilles se développent en même temps que les jeunes boutons, ils attirent à eux tout le sucre et prennent bientôt les devants en déprimant la floraison.

Quelques mots encore sur une question qui touche de près la pratique horticole, c'est celle de *l'influence des circonstances extérieures sur l'apparition et sur la longueur de la période de repos.* Les jardiniers sont depuis longtemps en possession de règles empiriques, fruits d'une longue expérience, qui permettent d'obtenir, en plein hiver, des buissons fleuris de lilas, de fuchsias et d'autres plantes forcées. M. Müller traite la question au point de vue physiologique et montre que l'art de fabriquer ces primeurs repose en somme sur trois règles principales : on doit s'efforcer de provoquer de très bonne heure le début de la période de repos, puis d'accélérer autant que possible les phénomènes internes dont la plante en repos est le siège; enfin, lorsque ces transformations chimiques indispensables à la croissance future se sont accomplies, il faut mettre la plante dans de bonnes conditions de température et d'humidité.

Il y a entre autres un moyen très efficace de faire entrer le végétal dans un état de repos prématuré, c'est de le soumettre à une sécheresse progressive. Bientôt les feuilles tombent, et la plante se trouve ainsi brusquement entrée dans une période inactive qui prendra naturellement fin plus tôt. De plus, un pareil traitement affaiblit considérablement l'énergie vitale de l'organisme végétal, et c'est là, nous le savons, un facteur qui est de nature à raccourcir également la période de repos.

M. Müller cite un grand nombre de faits, empruntés à la pratique horticole, qui tous semblent parler en faveur de sa théorie. Ils viennent en particulier à l'appui de son idée que le début du développement des bourgeons est en relation étroite avec un affaiblissement dans l'énergie vitale du protoplasma des cellules qui renferment les matières nutritives de réserve.

La périodicité des phénomènes de la croissance n'est point un fait général chez les plantes. Dans les contrées tropicales, beaucoup de végétaux s'accroissent et fleurissent toute l'année, sans accomplir une vraie période de repos. Ainsi, à Cumana, la vigne est constamment chargée de fruits (Humboldt). Un bon nombre de nos plantes indigènes présentent des phénomènes analogues. Leur végétation s'arrête bien en hiver, par suite de la basse température; mais si on les transporte dans un espace convenablement chauffé, leur développement continue sans interruption. Dans leurs conditions naturelles d'existence, ces plantes ont effectivement une période de repos, souvent même assez prolongée, mais celle-ci dépend *directement* de l'influence du froid et cesse avec lui. Tout autres sont les phénomènes chez la pomme de terre et chez les plantes dont la période de repos est placée, maintenant du moins, sous la dépendance de causes internes. Ici, le repos prend fin seulement lorsque les transformations chimiques nécessaires se sont accomplies dans le corps de la plante. Alors le développement s'effectue, même si les circonstances extérieures n'ont pas changé. Il faut donc distinguer soigneusement, d'après M. Müller, la vraie *périodicité innée* et celle qui n'est que l'expression immédiate des variations des conditions extérieures.

On peut se figurer cependant, ajoute l'auteur, que la périodicité innée s'est développée à la longue, dans le cours des temps passés, sous l'influence des variations régulières du climat, par le rythme continuellement répété de la chaleur et du froid, de la sécheresse succédant à la saison des pluies. La plante s'est adaptée si complètement au changement régulier des conditions extérieures que la périodicité est devenue pour elle une nécessité physiologique; elle a pris un caractère essentiellement héréditaire.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

D. Draper, D. Ph. Report on the Cause of Pneumonia. Rapport sur les causes de la pneumonie. (*Annual Report of the New-York meteorological Observatory for* 1885.)

Au début de l'année écoulée, une violente épidémie de pneumonie a exercé ses ravages sur la ville de New-York, en causant une notable augmentation dans le chiffre des décès. Ses effets ont été plus meurtriers que ceux de la dernière invasion du choléra.

M. Daniel Draper, directeur de l'observatoire météorologique du « Parc central » de la Cité, a fait des recherches sérieuses pour découvrir une relation entre l'irruption du fléau et les diverses conditions climatériques. Aucune série d'observations du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, des anémomètres et du pluviomètre ne lui a présenté de relation quelconque entre les nombres enregistrés depuis huit ans et les intensités comparatives de la maladie.

Mais lorsqu'il s'est adressé aux documents fournissant des indications régulières sur la présence de l'ozone dans l'air, il a constaté une concordance positive entre la mortalité causée par la pneumonie et l'abondance de ce gaz mystérieux dans l'atmosphère. Les courbes désignées pour représenter la marche des deux phénomènes offrent des oscillations dont le parallélisme est remarquable.

Le météorologiste distingué qui parvient à cette conclusion a cherché alors quelles pouvaient être les causes présumables des variations de la quantité d'ozone dans l'atmosphère. Il a constaté la rareté de cet élément gazeux pendant les

années 1883 et 1884, caractérisées par les belles lueurs crépusculaires dont chacun a le souvenir; il se demande s'il n'y aurait pas connexité entre les phénomènes.

L'idée qui l'a induit à faire le rapprochement résulte de faits signalés, il y a déjà quarante ans, par son père, feu M. John-W. Draper, professeur à l'Université de New-York, après des expériences sur la lumière. Ce savant avait constaté les effets chimiques des rayons indigo du spectre solaire sur l'état atomique du chlore, et l'atténuation de ces effets par l'action des rayons rouges ou moins réfrangibles.

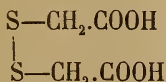
Si l'action des rayons indigo produit des modifications dans l'état de diverses substances végétales et métalliques, bien connues en photographie, par exemple, et si les rayons rouges suspendent ou détruisent cette action, n'est-il pas permis de supposer que les rayons rouges des beaux couchers et levers de soleil des années 1883 et 1884 ont pu prévenir les changements d'état de l'oxygène, diminuer la quantité d'ozone répandue dans l'atmosphère et par conséquent la mortalité due à la pneumonie?

Le rapprochement est aussi inattendu qu'original: il serait fort important pour le confirmer de trouver ailleurs un centre d'observations et de population capable de fournir des données pour le vérifier. E. G.

CHIMIE

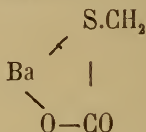
J. Ginsburg et S. Bondzinsky. Acide rhodanique. (*Berichte*, XIX, p. 113. Berne.)

En chauffant l'acide rhodanique avec de la potasse on obtient, en extrayant par l'alcool le résidu neutralisé et desséché, un sel de potasse $C_4H_4K_2O_4S_2+1\,^1/_2H_2O$, dont l'acide a pour formule

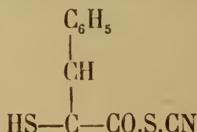


acide disulfidglycolique.

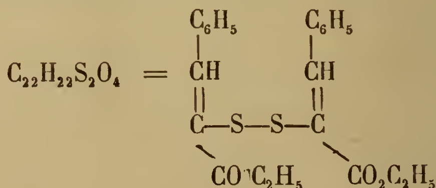
On obtient le même acide en traitant par la potasse, ou mieux, par le chlorure de fer, l'acide thioglycolique; si, au contraire, on réduit l'acide dysulfidglycolique par l'hydrogène naissant, on obtient l'acide thioglycolique qui a été identifié par son sel de baryte



L'acide rhodanique traité par la potasse se décompose d'abord en sulfocyanure et en acide thioglycolique $C_3H_3NS_2O + H_2O = C_2H_4SO_2 + CNSH$, et ce n'est qu'en évaporant à siccité le thioglycolate de potasse qu'il s'oxyde et qu'on obtient l'acide disulfidglycolique. En effet, si on emploie de la baryte au lieu de potasse, on obtient le sel de baryte de l'acide thioglycolique. L'acide rhodanique est donc l'éther sulfocyanique de l'acide sulfoglycolique. La combinaison de l'acide rhodanique avec l'aldéhide benzoïque a été obtenue par Bourquin, qui lui donne pour formule constitutionnelle, acide benzylidènerhodanique

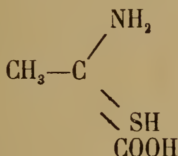


Si l'on chauffe ce corps avec de l'acide sulfurique concentré, vers 110°, il prend 4 atomes d'oxygène et devient $C_{10}H_7NS_2O_5$, dont le sel de soude, traité par l'acide nitrique, donne deux dérivés mononitrés. L'acide benzylidènerhodanique, chauffé avec de l'eau de baryte se saponifie et on obtient un acide thiocinnamique $C_6H_5{-}CH{=}C(SH).CO_2H$, fusible vers 119°. Celui-ci, traité par la teinture d'iode, s'oxyde, et l'on obtient un corps cristallin dont la formule paraît être



J. BERLINERBLAU. SUR UN HOMOLOGUE DE L'ACIDE RHODANIQUE. (*Berichte*, XIX, p. 125. Berne.)

Lorsqu'on fait agir le sulfocyanure d'ammonium sur l'acide α chloropropionique, on obtient un acide méthylrhodanique qui est l'éther sulfocyanique de l'acide thiolactique; ce sont des aiguilles fusibles à 123°, dont la formule est $C_4H_5NS_2O$. Si dans ce corps on réussit à introduire un groupe amidé, on pourrait obtenir la cystéine



L'auteur cherche à arriver à la synthèse de la cystéine après avoir saponifié l'éther. Encore par un autre moyen, en combinant le méthylate avec l'acide rhodanique par l'acide sulfurique, le corps cristallin qui en résulte brômé puis traité par l'ammoniaque pourrait peut-être donner la cystéine.

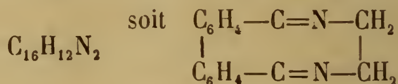
M. NENCKI et N. SIEBER. CRISTAUX D'HÉMOGLOBINE PROVENANT DE SANG VEINEUX. (*Berichte*, XIX, p. 128. Berne.)

Les auteurs ont obtenu sous forme cristalline l'hémoglobine veineuse sous forme de tablettes hexagonales plus solubles dans l'eau que l'oxyhémoglobine qui cristallise en colonnes à 4 pans, d'une forme allongée.

Arthur T. MASON. ALKYLÈNEDIAMINES. (*Berichte*, XIX, p. 112. Zurich.)

L'auteur étudie les réactions de l'éthylènediamine et de la diéthylènediamine sur diverses combinaisons organiques; il a déjà obtenu par l'action de l'éthylènediamine sur la phenanthrènequinone en dissolution acétique des aiguilles fusi-

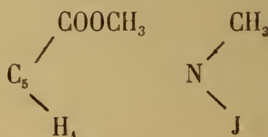
bles à 180°,5, solubles dans l'éther et le benzol ayant des propriétés faiblement basiques et ayant pour formule



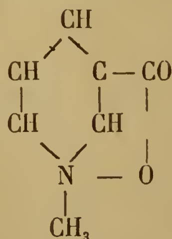
Ces recherches seront continuées.

A. Hantzsch. Dérivés ammoniés des éthers des acides de la pyridine et de la chinoline. (*Berichte*, XIX, p. 31. Zurich.)

En traitant l'acide nicotinique par la potasse évaporant à siccité et séchant à 150°, puis digérant avec du iodure de méthyle, on obtient une combinaison qui est le iodure de méthyl ammonium de l'acide nicotinique



En effet, si on remplace l'iode par le chlore au moyen du chlorure d'argent et qu'on traite par le chlorure de platine, on obtient le sel de platine correspondant, mais on ne peut pas isoler l'hydrate d'ammonium de l'éther, si on essaie de le faire, on obtient un produit de décomposition qui a la formule $C_7H_9NO_3$, aiguilles qui perdent une molécule d'eau vers 100°, et qui ont probablement pour constitution

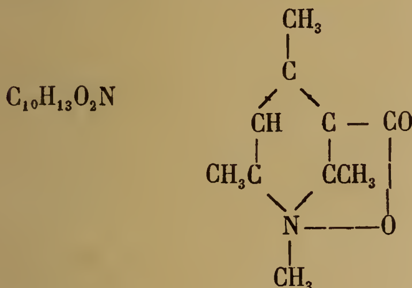


Ses propriétés le font désigner par l'auteur sous le nom de

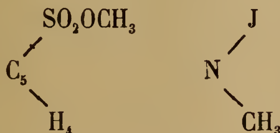
méthylbétaïne de l'acide nicotinique; il forme des sels acides avec les acides, il fond dans son eau de cristallisation vers 130°, et fond réellement vers 218° en se décomposant.

Ce corps ne se décompose pas par l'action de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique à chaud comme les « dehydrides » de la collidine, on n'obtient pas de méthylpseudopyridoxyle; si on le distille dans un courant d'acide chlorhydrique, on obtient exclusivement de l'acide nicotinique $C_7H_7NO_2+HCl=CH_3Cl+C_6H_5NO_2$, par contre, si on le chauffe avec de la potasse, tout l'azote s'élimine sous forme de méthylamine, et il reste un acide qui n'a pas encore pu être isolé.

L'éther de l'acide collidinemonocarbonique ne se comporte pas comme l'éther de l'acide dicarbonique; on ne peut pas obtenir de dehydride $C_{10}H_{13}O_2N$, mais on obtient d'une manière analogue à l'éther de l'acide nicotinique, la bétaïne de l'acide collidine-β-carbonique.



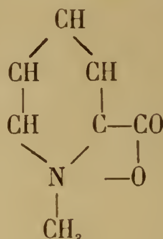
qui cristalise avec 3 molécules d'eau qu'il perd déjà vers 86°. Elle est plus stable que son homologue, les alcalis ne l'attaquent pas. Par contre, la combinaison qu'on obtient par l'action du iodure de méthyle sur la pyridinesulfonate de potasse à 150°



se décompose déjà par l'action de l'eau et donne une bétaïne $C_6H_7NSO_3$ et les alcalis éliminent l'azote sous forme de

méthylamine; cette bétaïne sulfonique ne fond pas mais se décompose complètement vers 170°.

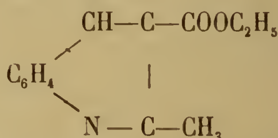
L'acide picolinique donne aussi une bétaïne



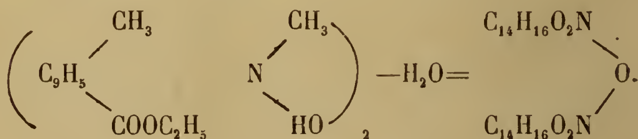
qui est déliquescente.

Par contre, la combinaison ammoniée de l'éther de l'acide α lepidine β carbonique se comporte tout différemment

Cet éther qui a pour formule



et qu'on obtient par l'action de l'éther acétacétique sur l'o amidobenzaldehyde se combine vers 150° avec l'iodure de méthyle, le produit d'addition forme des aiguilles fusibles vers 205° en se décomposant; le chlorure donne un sel de platine $(C_{13}H_{13}O_2N.CH_3Cl)_2PtCl_4$, fusible vers 217° en se décomposant. Cette combinaison avec le iodure de méthyle est attaquée en dissolution par les alcalis; il se précipite une poudre jaune qui est presque insoluble dans tous les réactifs et se décompose vers 240° sans fondre, elle a pour formule $C_{28}H_{32}N_2O_5$; les acides faibles la dissolvent à chaud et si l'on cherche à faire un sel on obtient celui de la base ammoniée, primitive, par conséquent, on peut regarder cette combinaison comme un oxyde d'ammonium formé par la réunion de deux molécules de l'hydrate d'ammonium de l'éther avec perte d'une molécule d'eau.



E. Lang. Diisobutylkétine. (*Berichte*, XVIII, p. 1364. Zurich.)

En réduisant les isonitrosoacétones, on obtient une nouvelle classe de bases nommées kétines; E. Lang a préparé la diisobutylkétine en traitant l'isonitrosobutylkétone par l'étain et l'acide chlorhydrique; c'est une huile bouillant à 242°-244°, dont le sel de platine forme des aiguilles oranges; elle est bibasique.

BOTANIQUE

E. Stahl. Einfluss der Beleuchtungsrichtung, etc. Influence de la direction de l'éclairement sur la segmentation des spores d'Equisetum.

Les spores des Equisetum (Prêles) ont la propriété de germer avec une grande rapidité, dès qu'elles sont placées sur une surface humide. Sphériques au début, elles ne tardent pas à se diviser en deux cellules d'inégale grosseur, séparées par une cloison en forme de verre de montre. La plus petite de ces cellules, de forme lenticulaire, peu riche en chlorophylle, s'allonge bientôt en un long poil radiculaire; tandis que la plus volumineuse, qui est d'un vert foncé, donne naissance au Prothalle. M. Stahl a fait un grand nombre de cultures de ces spores, en disposant les unes de manière qu'elles ne pussent recevoir la lumière que dans une seule direction, pendant que les autres, placées sur des appareils rotatoires (clinostats) étaient éclairées successivement en tous sens. De plus, afin de mettre en évidence l'influence spéciale de la direction de l'éclairement, il avait soin de supprimer le développement nocturne des spores, en abaissant la température ambiante pendant la nuit.

Cela dit, voici, selon l'auteur, le résultat de ces expériences : « Chez les Spores recevant l'action directe de la lumière solaire, la cloison est toujours orientée perpendiculairement à la direction des rayons lumineux, de sorte que la plus

grande cellule, celle qui produit le prothalle, est tournée vers la source de lumière, tandis que la cellule radiculaire occupe le côté de l'ombre. Cet effet se produit même sous l'action d'une faible lumière unilatérale. Si la spore est éclairée dans une direction horizontale, l'axe du prothalle est aussi horizontal. Si l'on éclaire les spores par-dessous au moyen d'un miroir, la cellule proembryonnaire est dirigée vers le bas et la radiculaire en haut. Ainsi *chez la spore qui, avant la germination, se trouve dans un état d'indifférence, la direction des rayons lumineux détermine celle de l'axe longitudinal du prothalle.*

« Si nous suivons de plus près les modifications qui s'opèrent dans la spore elle-même, nous voyons que son noyau primitivement sphérique s'allonge dans le sens de la direction des rayons lumineux, en même temps il perd de sa netteté, ce qui empêche d'observer en détail, sur le vif, les processus de la segmentation. Mais on remarque bientôt la présence de deux noyaux, dont l'un est situé plus près que l'autre de la portion éclairée de la spore, et c'est entre ces deux noyaux que se trouve la cloison en forme de verre de montre, dont le contour aboutit à la portion non éclairée de la surface interne de la spore. Par conséquent on peut dire que *le noyau qui se dispose à se segmenter est forcé de le faire dans une direction qui est déterminée par celle de la lumière, l'axe de figure de ce noyau coïncide avec la direction régnante des rayons lumineux.* »

Bien que cette influence directrice de lumière sur le mode de germination des spores soit manifeste, celles-ci n'en sont cependant pas moins capables de germer, plus lentement il est vrai, dans l'obscurité complète. L'auteur en a profité pour étudier l'action de la pesanteur sur leur développement. Pour cela il les faisait germer sur des lames de verre enduites d'une couche de gélatine, ou même simplement recouvertes de papier de soie très mince. Ces lames étaient ensuite fixées verticalement dans une chambre obscure. De cette manière M. Stahl a constaté que la segmentation des spores a lieu plus ou moins rapidement *sans que l'on puisse reconnaître aucun rapport entre la position de la première cloison et la direction du rayon terrestre.*

Prof. J.-H. Gilbert, LL. D., F. R. S. Note sur quelques conditions du développement et de l'activité de la chlorophylle. (Analyse d'un mémoire lu à la section du *British Association* en 1885 à Aberdeen.)

Cet article, qui résume une série de recherches récentes faites dans l'établissement agronomique de Rothamsted, nous a paru présenter assez d'intérêt pour être traduit ici textuellement.

« Toutes les personnes accoutumées à observer la végétation, doivent avoir été frappées de la grande variété des tons du vert que présente le feuillage de plantes différentes. Sans prétendre à généraliser davantage et, au moins en ce qui concerne nos plantes agricoles ordinaires, on peut dire qu'elles offrent des teintes caractéristiques des familles naturelles auxquelles elles appartiennent; les légumineuses par exemple diffèrent sous ce rapport des graminées, des crucifères, chenopodiées, etc.

« La même sorte de plantes présentera des différences caractéristiques non seulement aux diverses phases de son développement, mais au même âge selon les conditions du sol, de la saison et surtout de l'engrais employé dans sa culture. Les expériences faites en grand à Rothamsted ont fourni de nombreuses occasions pour des observations de ce genre. Une série d'expériences comparables ont ainsi rendu bien évident qu'une plus grande intensité de la coloration verte, pour une même culture, n'implique pas nécessairement un surcroît d'assimilation de carbone; d'autre part nous avons, depuis longtemps, prouvé expérimentalement que l'intensité de la coloration est associée avec une proportion relativement élevée d'azote dans la substance sèche et solide du fourrage, ce qui correspond à une moindre proportion de carbone relativement à l'azote.

« Ces faits ayant été mentionnés au D[r] W. Russel, qui s'est tant occupé du sujet de la chlorophylle, il a bien voulu entreprendre une série de dosages de la chlorophylle contenue dans des échantillons dont on déterminerait en même temps

la contenance en azote pour cent de substance solide sèche. Dans ce but il a passé une journée à Rothamsted, au mois de juin 1882, c'est-à-dire à l'époque d'activité de la végétation, pour y choisir des spécimens de fourrage de prairie, d'orge, de froment et de pomme de terre tirés de cultures traitées par diverses sortes d'engrais.

« Le tableau suivant résume le résultat de ces recherches en ce qui concerne le fourrage, l'orge et le froment. Il contient les quantités relatives d'azote et de chlorophylle contenues séparément dans les graminées et dans les légumineuses du fourrage ainsi que dans des échantillons de froment et d'orge, dont les uns avaient été traités à l'engrais azoté seul, tandis que les autres avaient en outre reçu de l'engrais minéral. Les plantes avaient été récoltées encore bien vertes et en pleine activité de végétation. Rappelons aussi que dans ce tableau les chiffres correspondant aux quantités de chlorophylle, indiquent les proportions relatives de cette substance chez les différents individus de chaque couple d'expérience et non pas les résultats comparatifs des séries d'expériences.

« On verra en premier lieu que les légumineuses du fourrage considérées à part, renfermaient une beaucoup plus forte proportion d'azote dans leur substance sèche que n'en contenaient les graminées du même fourrage, et, qu'en outre, cette plus forte proportion d'azote chez les légumineuses était aussi accompagnée d'une proportion beaucoup plus forte de chlorophylle. Cependant, dans les mêmes conditions, les légumineuses possèdent une beaucoup plus grande proportion d'azote relativement au carbone que les graminées ou, en d'autres termes, le carbone ne s'assimile pas chez elles en aussi grande quantité relativement à l'azote fixé.

« En second lieu, il est à remarquer que les plantes de froment traitées uniquement avec des sels ammoniacaux renferment une beaucoup plus grande proportion d'azote que celles qui ont reçu un engrais contenant tout autant de ces sels mais avec addition de substances minérales. Ici encore l'abondance de la chlorophylle correspond à une forte pro-

portion d'azote, mais la dernière colonne du tableau montre qu'il y a eu, en définitive, une moindre assimilation de carbone dans le cas de l'engrais ammoniacal employé sans sels minéraux, c'est-à-dire avec forte proportion d'azote et de chlorophylle dans la substance sèche de la récolte verte. Le résultat est encore le même dans le cas de l'orge. Les plantes de cette céréale cultivées uniquement à l'engrais ammoniacal fournissent à l'analyse une plus forte proportion d'azote et de chlorophylle, mais aussi en même temps elles assimilent beaucoup moins de carbone.

« Il est évident que la formation de la chlorophylle est en rapport étroit avec la quantité d'azote assimilé, mais que l'assimilation du carbone n'est pas en proportion de la chlorophylle formée, s'il n'y a pas à portée des plantes une quantité suffisante des éléments minéraux qui leur sont nécessaires. Il est hors de doute que sur une surface donnée, les sels minéraux étant fournis avec l'engrais ammoniacal, il y a autant ou même plus d'azote assimilé et de chlorophylle produite, et que si ces deux substances existent en moindre proportion dans la matière sèche, c'est qu'il y a eu dans ce cas une plus grande assimilation de carbone et par suite une moindre production de substances non azotées.

« Il est intéressant d'observer la parfaite concordance de ces résultats d'expériences faites en grande culture avec ceux obtenus par les physiologistes dans leurs laboratoires. Ils ont, en effet, reconnu que la présence dans le sol de certaines matières minérales constituant le résidu d'incinération des plantes et particulièrement la présence du potassium est essentielle à l'assimilation du carbone, puisqu'en l'absence de cet élément il ne se forme pas d'amidon dans les grains de chlorophylle. Sachs dit en tout autant des termes : « Le potassium est aussi indispensable à l'activité assimilatrice de la chlorophylle que l'est le fer pour la production de cette substance. »

Relation entre l'assimilation de l'azote, la formation de la chlorophylle et l'assimilation du carbone.

Les chiffres entre parenthèses représentent des déterminations faites avec des produits incomplètement desséchés.

	Azote pour cent de substance sèche.	Proportion relative de chlorophylle.	Carbone assimilé par acre et par année.	
			Quantité.	Différence.
Foin.			Livres.	Livres.
Graminées............	1,90	0,77		
Légumineuses.........	2,478	2,40		
Froment.				
Sels ammoniacaux seuls.	(1,227)	2,00	1,398	—0,824
Sels ammoniacaux additionnés d'engrais minéral..............	(0,566)	1,00	2,222	
Orge.				
Sels ammoniacaux seuls.	(1,474)	3,20	1,403	—0,685
Sels ammoniacaux additionnés d'engrais minéral..............	(0,793)	1,46	2,088	

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 15 avril 1886.

H. Fol et E. Sarasin. Sur la pénétration de la lumière dans la profondeur de la mer à diverses heures du jour. — A. de Candolle. Sur le type sauvage de la pomme de terre. — A. de Candolle. Sur la nomenclature des plantes fossiles. — D. Colladon. Biographie de L. Agassiz. — E. Gautier. Photographies du ciel.

M. le prof. H. Fol rend compte des expériences que M. Edouard Sarasin et lui viennent de faire *sur la pénétration de la lumière dans la profondeur de la mer à diverses heures du jour.*

MM. Fol et Sarasin ont eu l'honneur d'exposer l'année dernière à la Société les premiers résultats de l'étude qu'ils ont entreprise pour déterminer la profondeur à laquelle la lumière du jour pénètre dans les eaux de la mer dans les conditions les plus favorables d'éclairage[1]. Poursuivant cette étude, ils se sont attachés cette année à rechercher la relation qui existe entre la profondeur que la lumière atteint

[1] Sur la pénétration de la lumière dans les eaux du lac de Genève, *Archives des sc. phys. et nat.*, 1884, t. XII, p. 599; *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 10 novembre 1883, t. XCIX, p. 783. — Sur la profondeur à laquelle la lumière du jour pénètre dans les eaux de la mer, *Archives*, 1885, t. XIII, p. 449; *Comptes rendus*, 13 avril 1885, t. C, p. 991.

dans l'eau et l'inclinaison du soleil ou les variations dans la force de l'éclairage.

Nous rappelons que la méthode employée consiste à rechercher l'effet produit sur des plaques photographiques au gélatinobromure d'argent par une exposition de durée constante à différentes profondeurs de la mer. La plaque est disposée dans un châssis en laiton qu'on intercale dans la ligne de sonde et que la traction du plomb de sonde suffit à maintenir fermé. Dès que le plomb touche le fond, la traction cesse et, le châssis s'ouvrant par l'action d'un ressort antagoniste, la plaque se trouve exposée dans une position horizontale jusqu'au moment où l'on commence à rentrer la ligne.

Connaissant, par un sondage préalable, la profondeur de la mer au point où l'on opère, on peut, en introduisant une longueur voulue de corde entre le poids et l'appareil, faire ouvrir ce dernier à la distance de la surface qu'on désire.

Comme il ne s'agissait plus de rechercher une seule limite maximum, mais une série de limites, à des moments précis de la journée, il fallait des séries de plaques exposées au même instant à diverses profondeurs et absolument comparables entre elles. Au lieu d'un seul grand appareil, MM. Fol et Sarasin en ont employé cette fois douze petits, construits sur le même principe, qu'ils plaçaient à intervalles réguliers le long de la corde. Pour éviter avec cette disposition que les appareils inférieurs n'empêchent, par leur poids, les autres de s'ouvrir lorsque cesse l'action du plomb de sonde, chaque appareil et la corde correspondante étaient exactement contre-balancés par des flotteurs de verre en forme d'ampoules.

Les plaques sensibles étaient celles au gélatinobromure extra-rapide de M. Lumière à Lyon; elles étaient protégées par un vernis contre l'action de l'eau de mer. La durée de l'exposition et celle du développement ont toujours été l'une et l'autre de dix minutes, comme dans les précédentes expériences.

Les expériences de cette année ont été exécutées dans une localité présentant une profondeur de 550^{m} environ, afin que la pureté de l'eau et la limite de la lumière ne soient pas

influencées par le voisinage du fond. L'endroit choisi se trouve à 1300^m ou 1500^m environ au large du cap du mont Boron, qui sépare la rade de Villefranche du golfe de Nice.

Parmi les séries de plaques obtenues, nous en mentionnerons trois qui ont bien réussi et sont particulièrement instructives :

Série A. — Entre 1 h. 15 m. et 1 h. 25 m., heure du lieu, le 7 avril 1886, par conséquent le soleil étant à 60° environ au-dessus de l'horizon. Le ciel était d'une grande pureté et le soleil éclatant; une brise modérée de l'Est soulevait de petites vagues.

La plaque 1, exposée à 430^m, ne présente aucune trace d'impression lumineuse.

La plaque 2, exposée de 390^m à 393^m, une trace extrêmement faible, mais pourtant nette.

La plaque 3, exposée à 350^m, une impression encore faible.

La plaque 4, exposée à 310^m, une impression forte.

La plaque 5, exposée à 270^m, une impression très forte.

La plaque 6, exposée à 230^m, complètement noircie, ainsi que les suivantes.

La limite de la lumière se trouve donc très exactement vers 400^m, en avril au milieu du jour, par un beau temps. C'est une confirmation aussi complète que possible de la conclusion à laquelle MM. Fol et Sarasin étaient arrivés dans leur précédente campagne.

Série B. — Entre 8 h. 20 m. et 8 h. 30, heure du lieu, le 5 avril 1886. Ciel voilé d'une couche uniforme de nuées blanches assez épaisses pour que le soleil ne projette pas d'ombre. Brise de l'Est modérée.

Les plaques 1, de 450^m, et 2, de 415^m, n'ont aucune trace d'impression.

La plaque 3, de 350^m, présente une impression très légère, un peu moins forte que celle de la plaque 2 (390^m) de la série A.

La plaque 4, de 315^m, est sensiblement de même force que la plaque 3 de la série A.

La plaque 5 a manqué par accident.

La plaque 6, de 245^m, et les suivantes sont complètement noircies.

Série C. — Entre 6 h. 5 m, et 6 h. 15 m, heure du lieu, le 8 avril. Le soleil couchant était caché par un banc de nuages noirs. Le reste du ciel était assez pur, avec quelques petits cirro-strati faiblement éclairés en blanc. La lumière était en somme faible et semblable à celle qu'on a d'habitude quand le soleil vient de se coucher. La surface de la mer était peu agitée, avec légère brise de l'Ouest.

Les plaques 1, de 400^m, 2, de 340^m, et 3, de 300^m, n'ont aucune trace d'impression.

La plaque 4, de 260^m, est de même force à peu près que la plaque 3 de la série A.

La plaque 5, de 220^m, semblable à la plaque 4 de la série A.

La plaque 6, de 180^m, comme la plaque 5 de la série A.

La plaque 7 et les suivantes sont complètement noircies.

La limite dans cette dernière série peut être placée avec toute probabilité à 290^m ou 295^m de la surface.

Il résulte de ces expériences que les couches situées à 300^m sont éclairées chaque jour, non pas pendant un temps très court, mais pendant tout le temps que le soleil passe au-dessus de l'horizon; à 350^m, la lumière pénètre au moins pendant huit heures par jour.

Suivant les tableaux que M. Holetschek a dressés pour la latitude de Vienne, surtout d'après les expériences photochimiques de MM. Bunsen et Roscoë, l'intensité actinique de la lumière du ciel bleu serait, le 21 avril, de 33 à 8 h. 30 m. du matin, de 38,07 à midi, et de 14,18 à 6 h. du soir; celle du ciel et du soleil à la fois serait en moyenne, en avril, de 75 à 8 h. 30 m. du matin, de 133 à midi, et de 15 à 6 h. du soir.

D'après ces chiffres, la profondeur que les rayons actiniques atteignent dans la mer après le coucher du soleil est très remarquable. Il faut attendre cependant d'avoir des données expérimentales plus nombreuses pour essayer de déterminer la loi suivant laquelle la pénétration de la lumière dans l'eau de la mer varie aux différentes heures du jour.

M. le prof. A. DE CANDOLLE lit une notice relative à de nouvelles recherches *sur le type sauvage de la pomme de terre (Solanum tuberosum)* [1].

M. A. DE CANDOLLE rend compte ensuite des idées de M. Nathorst *sur la nomenclature des plantes fossiles*, en particulier de celles du groupe des Dicotylédones [2]. Il les croit très justes et très utiles dans la pratique.

Le principe sur lequel s'appuie le savant suédois est celui-ci : *En adoptant un nom générique pour une feuille fossile on doit exprimer exactement ce qu'on sait, ni plus, ni moins.*

Jusqu'à présent beaucoup d'auteurs ont rapporté des plantes fossiles à des genres actuellement vivants d'après des feuilles, sans avoir des preuves suffisantes tirées de fleurs ou de fruits. On a reconnu plus tard bien des erreurs, surtout lorsqu'on avait fait attention seulement au contour des feuilles et aux principales nervures sans avoir scruté les divisions extrêmes de la nervation. Les feuilles d'Acer et de Vitis, d'Acer de Carpinus et d'Ulmus se ressemblent tellement qu'il est bien facile de les confondre, quoique ces genres appartiennent à des familles différentes. Quelques botanistes doués d'une perspicacité remarquable, Heer, par exemple, et M. de Saporta, ont deviné des affinités que la découverte de fleurs et de fruits a ensuite confirmées, mais il ne faut pas compter sur des talents exceptionnels, et même lorsqu'on a confiance dans l'habileté d'un homme, il est prudent d'attendre une confirmation avant d'admettre ce qui n'est, en réalité, qu'une hypothèse.

M. Nathorst conseille dans ces cas douteux et provisoires d'ajouter le mot *phyllum* au nom du genre auquel on présume que la feuille appartient. Ainsi *Daphniphyllum*, *Viburniphyllum*, etc., indiqueraient des feuilles analogues à celles des *Daphne*, des *Viburnum*, etc. Certains noms déjà proposés par les auteurs d'après des feuilles devraient prendre cette

[1] Voir pour cette notice *Archives des Sc. phys. et nat.* 1886, t. XV, p. 425.

[2] A.-G. Nathorst, *Ueber die Benennung fossiler Dicotylenblätter*, dans *Botanisches Centralblatt*, 1886.

forme, pour ne pas exprimer plus qu'on ne sait. Par exemple *Magnolia Capellini Heer* deviendrait *Magnoliphyllum Capellini, Sterculia limbata Vel*[1], *Sterculiphyllum limbatum*, etc. Si l'on découvre des fruits ou des fleurs de ces espèces, ou si l'anatomie de leurs feuilles permet de les attribuer sûrement aux genres *Magnolia* ou *Sterculia*, on leur donnerait définitivement des noms génériques. Il convient d'ajouter, dit M. de Candolle, que la désinence en *phyllum* n'indique pas un genre distinct, car plusieurs formes peuvent ressembler à un Viburnum, par exemple, sans avoir entre elles des caractères communs propres à constituer un genre. Des terminaisons en *ites* ou *opsis* peuvent indiquer des analogies plus vagues, mais M. Nathorst n'insiste pas sur ce procédé. Il note, en passant, que l'expression *Phyllites*, pour des feuilles qu'on ne sait à quoi comparer, ne signifie rien et par conséquent ne mérite pas d'être employée.

Ce qu'on ne peut pas déterminer ni même rapprocher d'un genre connu *doit être laissé de côté, sans nom et sans description*. Voilà encore un excellent principe de M. Nathorst. C'est réduire à néant beaucoup de prétendues espèces qui font illusion sur les flores fossiles, comparées aux flores actuelles.

Ces règles sont importantes surtout lorsqu'il s'agit de plantes de l'époque crétacée et, en général, d'époques anciennes. A mesure qu'on se rapproche des temps actuels il y a plus de probabilité que les formes appartiennent aux genres qui existent aujourd'hui. D'ailleurs on a plus souvent dans ce cas des fleurs ou des fruits annexés aux feuilles fossiles.

Si l'on estime qu'une plante d'une époque est semblable ou à peu près semblable à une espèce d'une autre époque, M. Nathorst recommande le procédé usité de mettre après le nom spécifique une épithète indiquant la localité ou la formation ; par exemple : *Acer trilobatum japonicum*, *Taxodi-*

[1] En citant *Vel*, conformément au texte, M. de Candolle ne sait pas de quel auteur il est question, les abréviations de noms peu connus n'étant pas faciles à deviner. Ce ne peut être ici Velasco, auteur mexicain.

cum distichum miocenicum. Fidèle au principe de ne jamais exprimer plus qu'on ne sait, il préfère ne pas dire *var. Japonica* ou *var. miocenica*, attendu que le terme de variété implique des caractères de fixité ou d'hérédité qu'on ne connaît pas.

M. Nathorst recommande pour les dessins de feuilles fossiles, d'exprimer autant que possible la nervation et même la consistance. Pour les nervures extrêmes, si difficiles à voir, le dessin d'une partie de la feuille peut suffire. Il nous semble, dit M. de Candolle, que la phototypie vaut encore mieux, mais on l'a rarement employée pour les fossiles végétaux et il y a peut-être des raisons pour cela. Les figures sont d'autant plus nécessaires que la description et la classification des nervures laissent encore beaucoup à désirer. Les termes usités par Lindley et ceux proposés par de Buch ne sont pas à la hauteur de l'état actuel des connaissances. Ils ont de plus l'inconvénient, surtout les termes allemands, de ne pouvoir pas s'introduire dans une description en latin, ni par conséquent en français, en italien, etc. Comment traduire, par exemple, *Bogenlæufer*, *Saumlæufer ?*

M. D. Colladon signale la publication prochaine d'une biographie de L. Agassiz par sa veuve. A ce propos, il rappelle quelques circonstances intéressantes du voyage d'Agassiz en Angleterre. Il raconte que, se trouvant à Londres en 1833, il fut invité par notre compatriote genevois Jean-Louis Prevost, consul suisse et membre de la Société de géologie de Londres, à assister à une séance de cette société où Agassiz, qui venait d'arriver pour la première fois en Angleterre, devait expliquer devant cette société son système de classification des poissons en quatre classes : *Placoïdes, Cycloïdes, Cténoïdes* et *Ganoïdes*.

Agassiz, ne sachant pas l'anglais, parla pendant deux heures en français, expliquant les motifs de sa classification, aidé par des figures qu'il avait dessinées sur une vaste planche noire. Lorsqu'il eut terminé, M. Bukland prit la parole et répéta en anglais une notable partie des explications d'Agassiz. Après ce discours de M. Bukland, une ovation enthousiaste fut faite à notre illustre compatriote, alors âgé de 26 ans et demi.

M. E. Gautier, revenant sur son précédent rapport relatif aux photographies du ciel obtenues par MM les frères Henri, de l'Observatoire de Paris, insiste sur le fait, unique dans les fastes de l'astronomie, de la découverte d'une nébuleuse constatée indirectement au moyen de plaques sensibles aux rayons lumineux, émanant de régions situées à des distances incommensurables.

La nébuleuse entourant l'étoile Maïa, des Pléiades, discernée au microscope sur le cliché de la photographie, était invisible directement en employant les plus puissants instruments de l'Observatoire de Paris, au dire du directeur lui-même de cet observatoire.

M. O. Struve, appliquant à cette recherche son gigantesque réfracteur de 30 pouces d'ouverture, a été plus heureux à Poulkowa. En février, il a pu, à plusieurs reprises, discerner la nébuleuse; il en a relevé la forme et publié un dessin dans un récent n° des *Astr. Nachr.*

A Genève aussi, le 2 avril, M. Kammermann a réussi à voir le nouvel astre avec l'équatorial Plantamour, et à en faire une esquisse qui cadre fort bien avec le dessin de Poulkowa. Son succès a été dû partiellement à l'emploi d'un petit disque métallique placé au foyer de l'oculaire et occultant l'étoile brillante, dont l'éclat est un obstacle à l'observation de la nébuleuse. Par suite d'une atmosphère défavorable, de l'intervention de la lune et du crépuscule, l'observation n'a pu être réitérée et ne pourra pas l'être avant quelques mois d'ici.

Séance du 6 mai.

A. Herzen. Du sens thermique. — E. Wartmann. Travaux de M. von Oppolzer et de M. von Lang.

M. le professeur Alex. Herzen de Lausanne, membre honoraire de la Société, fait une communication *sur le sens thermique.*

Ses premières observations sur ce sujet datent de 1878.

Il a constaté que dans un membre engourdi par la compression du tronc nerveux, la sensibilité *pour le froid* disparaît en même temps ou bientôt après la sensibilité tactile, tandis que l'on continue à percevoir *le chaud* presque jusqu'au moment où la sensibilité douloureuse disparaît elle aussi. M. Herzen a constaté de plus en étudiant le « temps de réaction, » que l'on réagit *beaucoup plus vite* aux impressions de froid qu'aux impressions de chaud, dans la proportion de 1 à 2 environ.

Ces observations semblaient indiquer non seulement l'indépendance réciproque du sens frigorifique et du sens calorifique, mais aussi le fait de la *transmission séparée* des deux ordres de sensations le long de la moelle épinière; il était probable que les impressions de froid suivent les cordons postérieurs et les impressions de chaud la substance grise. Un cas pathologique de toute évidence vint bientôt confirmer cette manière de voir[1].

Trois ou quatre ans plus tard, M. Blix, d'Upsala, en étudiant à son tour la sensibilité cutanée, s'aperçut que tous les points de la peau ne perçoivent pas indifféremment les impressions de contact et celles de chaud ou de froid; bien au contraire, les points qui perçoivent ces différentes impressions sont séparés et indépendants les uns des autres, et chaque catégorie ne perçoit que le genre d'impression à elle propre; il s'agit de trois espèces d'organes périphériques et de nerfs spécifiques distincts. Ce résultat est confirmé par le fait que l'excitation électrique ou mécanique des points en question provoque une sensation de simple contact, ou de froid seulement, ou de chaud, selon le point excité[2].

Les observations de M. Blix ont été confirmées en Allemagne par Eulenburg et par Goldscheider.

Dans le courant de l'année 1885, M. Herzen a repris la question dans l'espoir de déterminer par des expériences sur les animaux la voie de transmission médullaire des impres-

[1] V. *Lo Sperimentale*, de Florence, 1879 ou *Revue Médicale de la Suisse Romande*, 1883.

[2] V. *Zeitschr. für Biologie*, 1883.

sions thermiques et la région cérébrale où elles aboutissent. Il a dû renoncer aux expériences sur les impressions de chaud, par la simple raison que les animaux (chiens et chats) ne réagissent absolument pas à la chaleur appliquée à leurs extrémités, pourvu qu'elle ne soit pas excessive, et par conséquent *douloureuse;* par contre, il a eu des résultats bien nets en appliquant le froid. Les expériences de M. Herzen ont montré que les lésions de la moelle épinière ou de la couche corticale des hémisphères qui ont pour conséquence l'abolition de la sensibilité *tactile,* abolissent en même temps la sensibilité par *le froid;* ces lesions sont : la section du cordon postérieur et l'extirpation du gyrus sigmoïde [1]. Il s'ensuit que c'est bien le cordon postérieur qui transmet les impressions de froid, et qu'elles se rendent au gyrus sigmoïde, de même que les impressions tactiles; mais il ne s'ensuit pas que les éléments histologiques desservant ces deux espèces de sensibilité soient les mêmes; l'existence d'appareils périphériques distincts rend au contraire très probable l'existence d'éléments nerveux *distincts* quoique cheminant ensemble, — de vrais nerfs spécifiques.

Peut-on les séparer, — léser les uns, en maintenant intacts les autres? — Cela paraissait impossible; mais, tout récemment le hasard a fourni à M. Herzen une observation qui semble réaliser ce desideratum. Il s'agit d'une extirpation mal réussie du gyrus sigmoïde d'un côté, chez un jeune chien; l'animal, remis des premiers effets du traumatisme, n'offrit pour tout symptôme que l'*abolition de la sensibilité pour le froid* dans les pattes du côté opposé à la lésion cérébrale, *avec conservation de la sensibilité tactile :* l'extirpation avait été incomplète, moins étendue et surtout moins profonde qu'on n'a l'habitude de la faire [2].

Voilà pour le centre; quant à la périphérie, M. Donaldson, en Amérique, a constaté quelque chose d'analogue et d'inverse en même temps : dans une série d'expériences faites

[1] V. *Pflüger's Archiv*, 1885.

[2] Ce cas sera exposé en détail dans un des prochains numéros du *Recueil Zoologique Suisse.*

sur lui-même et sur d'autres personnes, il a trouvé que, lorsqu'en instillant une dissolution de cocaïne dans l'œil, on prive celui-ci de la sensibilité tactile, *il distingue encore parfaitement les impressions de froid et de chaud*[1].

M. Herzen pense que tout cela démontre suffisamment que le « sens thermique » n'est pas, en réalité, *unique,* mais que nous possédons *deux sens*, distincts et indépendants l'un de l'autre : l'un pour le froid et l'autre pour le chaud.

M. Herzen vient de recevoir un travail de M. E. Tanzi, publié dans le numéro d'avril de la *Rivista di Filosofia scientifica* de Morselli, à Turin; l'auteur, croyant que les premières expériences de M. Herzen sur le temps de réaction ne sont pas exemptes de quelques sources d'erreur, les répète avec une méthode perfectionnée et en s'entourant de toutes les précautions voulues; il arrive néanmoins à confirmer entièrement ses résultats, — bien qu'il se mette dans des conditions aptes à diminuer, sinon à supprimer, la différence, car il choisit une intensité d'irritations, chaudes ou froides, telle que les unes et les autres sont au « seuil de la douleur, » c'est-à-dire sur les point de devenir douloureuses.

Voici le résultat qu'il obtient, malgré cette circonstance — en opérant sur quatre personnes, désignées par les chiffres romains; le tableau suivant donne les moyennes individuelles d'abord, et puis la moyenne générale :

	Impressions de froid.	Impressions de chaud.
I.	0″,220	0″,484
II.	0 ,223	0 ,543
III.	0 ,209	0 ,464
IV.	0 ,242	0 ,538
Moyenne	0″,227	0″,507

M. le prof. WARTMANN dit que, vers l'année 1845, il s'était servi de la roue dentée de Savart, munie d'un appareil de compte, pour produire dans une chambre obscure une suite

[1] V. John Hopkins', *University Circulars*, 1885.

d'étincelles électriques à intervalles déterminés. Il était ainsi parvenu à rendre sensibles à ses élèves les détails de la constitution d'une veine liquide trouble. Dès lors, il a renoncé à ce procédé et l'a remplacé par un écran tournant, analogue à celui du fantascope : le phénomène se projette avec une très grande netteté sur un écran translucide, et peut être vu par un nombreux auditoire.

Une méthode analogue à la première vient d'être employée par M. le conseiller Th. von Oppolzer, à Vienne, pour la *détermination absolue du nombre de vibrations d'un diapason*. Il se sert d'un prisme de verre à onze pans, mis sous la dépendance d'un régulateur de Villarceau, et qui reflète sur la branche du diapason, en tournant dix fois par seconde, cent dix éclairs régulièrement intermittents. Cette branche porte une marque qu'on examine avec un microscope. Les résultats ont donné des valeurs très concordantes, et l'auteur annonce qu'il poursuit encore ses recherches.

Le travail d'Oppolzer a été présenté le 8 avril 1886 à l'Académie des sciences de Vienne. Dans la séance du 18 mars précédent, M. le prof. Victor von Lang a également fait connaître une méthode, déjà mentionnée le 11 novembre 1885, laquelle est destinée à déterminer le *nombre de vibrations d'un diapason sonnant le la*, avec l'aide du chronoscope de Hipp. Le procédé consiste d'abord à compter les battements que le diapason fait dans un temps donné avec le ressort du chronoscope, et secondement le nombre des vibrations accomplies par le ressort dans le même temps. Il est si délicat que le coefficient qu'on en déduit pour la température est identique à celui qu'ont donné d'autres méthodes, savoir 0,0001111, tandis que König indique 0,0001118 et 0,0001083.

Séance du 10 juin.

A. de Candolle. Phénomène végétal. — L. Soret. Recherches de M. Cornu sur le synchronisme des pendules. — C. de Candolle. Propriétés hygroscopiques de l'*Asteriscus pygmæus*. — P. de Meuron Développement du thymus et de la glande thyroïde. — D. Colladon. Un coup de foudre.

M. Alph. DE CANDOLLE montre un *phénomène végétal* qui

s'est produit chez M. H. Ferrier, propriétaire à Malagnou, près Genève. C'est une branche d'un pin originaire d'Italie (probablement *Pinus maritima*) sur laquelle s'est formée une accumulation de branches avortées, serrées les unes contre les autres et couvertes de feuilles aciculaires de plusieurs années. L'ensemble a l'apparence d'un énorme hérisson de six décimètres de longueur sur trois de largeur. Cette production était vers le haut d'un arbre d'une cinquantaine de pieds.

M. L. Soret donne quelques indications sur les procédés, encore inédits, à l'aide désquels M. Cornu réalise le synchronisme de deux ou plusieurs pendules mus par l'électricité.

M. C. de Candolle entretient la Société des propriétés hygroscopiques de l'*Asteriscus pygmæus* dont M. le Dr Schweinfurth, l'illustre explorateur de l'Afrique, a bien voulu lui donner quelques échantillons récoltés par lui-même en Égypte. Cette plante qui appartient à la famille des Composées croît spontanément en Palestine aussi bien qu'en Égypte et l'on a aujourd'hui toute raison de croire que c'est à elle que se rapporte véritablement la rose de Jéricho des charlatans du moyen-âge, plutôt qu'à l'*Anastatica hierochuntina* ainsi qu'on l'admettait auparavant.

Les capitules de l'Asteriscus en question conservent, après la mort de la plante, la faculté de s'épanouir dès qu'on les mouille et de se refermer ensuite hermétiquement lorsqu'on les laisse sécher. Les échantillons rapportés d'Égypte par M. de Candolle, il y a plus d'une année, possèdent encore cette propriété au plus haut degré et il est par conséquent probable qu'elle persiste fort longtemps, sinon indéfiniment.

A l'état sec les capitules offrent l'aspect de boutons de forme turbinée, de couleur cendrée. Ils sont plus ou moins volumineux selon leur âge. Les plus jeunes, longs d'un demi-centimètre à peine, manifestent le phénomène avec la même énergie que les plus avancés qui atteignent une longueur double.

L'humidité atmosphérique n'exerce qu'une faible action sur les capitules fermés. Ils s'ouvrent lentement dans de l'air saturé de vapeur d'eau et ils ne s'y épanouissent complète-

ment qu'au bout de plusieurs heures. En revanche si l'on trempe un capitule dans l'eau, il s'y ouvre en peu d'instants et ses écailles s'épanouissent avec une rapidité d'autant plus grande que la témpérature du liquide est plus élevée. Ainsi le même capitule qui prend cinq minutes pour s'épanouir dans l'eau à 0°, n'en prend plus que trois à la température de 10° et une seule dans l'eau bouillante.

L'épanouissement n'a pas lieu si l'on se borne à humecter la face extérieure des écailles et, pour qu'il se produise, il est nécessaire que l'eau atteigne leur face interne. Elles sont du reste, sous ce rapport, tout à fait indépendantes les unes des autres, car on peut provoquer l'épanouissement de chacune d'elles séparément en lubréfiant sa face interne au moyen de la pointe mouillée d'un scalpel que l'on introduit entre deux écailles contiguës. D'après cela on serait, au premier abord, porté à attribuer l'épanouissement à l'action directe de l'eau dans les cellules épidermiques de la face interne des écailles, mais le tissu actif est, en réalité, situé à l'intérieur des écailles. Chacune d'elles se compose d'une lame fibreuse intercalée entre deux couches parenchymateuses dont la plus épaisse forme le revêtement de la face interne de l'écaille. Celle-ci est, en outre, parcourue dans toute sa longueur par de nombreux faisceaux parallèles et reliés les uns aux autres par la lame fibreuse qui constitue leur liber. Les éléments de la lame fibreuse sont des fibres atténuées aux deux bouts et à parois épaisses. Elle présente deux zones différentes quant à leur teinte; celle qui confine au parenchyme de la face interne étant incolore tandis que celle qui regarde la face externe de l'écaille est jaunâtre. Maintenant si l'on observe alternativement l'action de l'eau et de la dessiccation, non plus sur des capitules entiers, mais sur de minces coupes longitudinales taillées dans les écailles elles-mêmes, on parvient aisément à comprendre le mécanisme de l'épanouissement.

On constate tout d'abord que l'effet de l'eau est le même sur les coupes qui ne renferment pas de faisceaux ou portions de faisceaux que sur celles qui en contiennent, ce qui montre que ceux-ci ne jouent pas de rôle actif dans le phé-

nomène. Ensuite, en faisant agir l'eau sur des coupes préalablement dépouillées de leurs couches parenchymateuses et même de la zone jaunâtre de leur corps fibreux, on trouve que, réduites ainsi à leur zone fibreuse incolore, ces coupes se comportent absolument de la même manière que lorsqu'elles étaient encore intactes. Au contraire les lanières de parenchyme ou de tissu fibreux jaunâtre ainsi isolées ne se recourbent plus ni dans un sens ni dans l'autre sous l'influence de l'eau et de la dessiccation. C'est donc uniquement dans la portion incolore du tissu fibreux que réside la propriété hygroscopique des écailles dont les autres tissus ne jouent qu'un rôle passif dans la fermeture et l'épanouissement de l'involucre. De plus, en observant au microscope des fibres isolées en train de se dessécher ou de s'hydrater, on constate par des mesures directes qu'elles se raccourcissent ou s'allongent individuellement sans se recourber d'une manière appréciable. La fermeture et l'épanouissement des écailles doivent donc résulter de ce que les fibres les plus voisines de la face interne se raccourcissent ou s'allongent davantage que celles qui confinent à la zone jaunâtre du tissu fibreux. Enfin en mesurant avec un curvimètre les deux bords d'une coupe longitudinale avant et après son épanouissement, on trouve toujours que le bord interne s'allonge notablement plus que l'externe pendant l'hydratation, ainsi que cela doit forcément avoir lieu pour qu'il se produise un déroulement de la coupe.

M. de Candolle a constaté que la propriété hygroscopique de l'Asteriscus n'éprouve aucune diminution par un séjour prolongé des capitules ou des coupes d'écailles dans divers liquides tels que l'alcool absolu, l'acide acétique, le chloroforme, la glycérine, l'huile. Elle résiste aussi à une température de 100° dans l'air sec ou dans l'eau bouillante. Les coupes longitudinales préalablement fermées par dessiccation restent telles quelles dans l'alcool absolu ou dans la glycérine pure qui sont sans effet sur elles. On peut même mêler une certaine quantité d'eau à ces liquides sans que les coupes se déroulent, mais elles commencent à s'étaler dès que la proportion d'eau atteint le 10 % du mélange et elles

s'épanouissent ensuite complètement lorsqu'on augmente cette proportion. Toutefois il est digne de remarque que ces coupes une fois épanouies par hydratation, ne se referment plus lorsqu'on les plonge de nouveau dans l'alcool absolu ou dans de la glycérine pure en excès, l'affinité de ces corps pour l'eau est par conséquent moins puissante que celle qui retient ce liquide dans le tissu hygroscopique.

Au nom de M. Pierre de Meuron, M. le professeur Fol présente un résumé des recherches de cet auteur sur le *développement du thymus et de la glande thyroïde.*

Quoique traité par un grand nombre de naturalistes, ce sujet méritait d'être repris *ab ovo*, parce que les recherches faites jusqu'à ce jour n'ont pas été suffisamment comparatives et étendues. Il en résulte que les conclusions des auteurs sont peu comparables et semblent souvent se contredire. Un travail d'ensemble comprenant à la fois les diverses classes des vertébrés pouvait seul résoudre les questions encore pendantes.

Chez les poissons, Dohrn et Maurer ont reconnu que le thymus provenait de l'épithélium de la région dorsale des fentes branchiales. La glande thyroïde naît sur la face ventrale du pharynx sous forme d'un diverticule creux. Enfin, van Bemmelen a décrit, en arrière des fentes branchiales, un petit organe également situé du côté ventral et prenant naissance par un diverticule de l'épithélium pharyngien. Chez certains squales ce diverticule est unilatéral. Van Bemmelen a appelé ces organes corps supra-péricardiaux et les a comparés à des fentes branchiales rudimentaires.

L'origine de la glande thyroïde de la grenouille a été suivie par Müller. Elle a lieu au même endroit et de la même façon que chez les poissons. Il en est de même du reste chez le lézard et le poulet.

Chez les mammifères, certains auteurs tels que Müller, Kölliker, etc., font provenir la glande thyroïde d'un diverticule impair situé au niveau du premier arc branchial, sur la ligne médiane de la face ventrale du pharynx, tandis que suivant les données de Stieda et de Wölfler, la glande thyroïde proviendrait de deux ébauches paires placées sur les

côtés du pharynx à peu près au niveau de la troisième ou quatrième fente branchiale. Ces deux opinions contradictoires ont été conciliées par un important mémoire de Born, qui montra que chez le porc la glande thyroïde de l'adulte dérive de trois portions originairement séparées. L'une antérieure et médiane correspondant aux descriptions de Müller et de Kölliker, les deux autres latérales et postérieures correspondant à la description de Stieda.

Quant au thymus des mammifères il se forme, d'après tous les embryologistes cités plus haut, aux dépens d'un cæcum ventral de la troisième fente branchiale.

Le thymus et la thyroïde des mammifères paraissaient donc s'écarter notablement de ces organes chez les poissons et les autres vertébrés.

M. P. de Meuron s'est adressé à des embryons d'*Acanthias vulgaris*, à des larves de grenouille et de crapaud, à des embryons de lézard, de poulet, de mouton, ainsi qu'à quelques embryons humains mis gracieusement à sa disposition par M. H. Fol.

Voici brièvement résumé le résultat de ces recherches.

Chez les sélaciens, le thymus, la glande thyroïde et les corps supra-péricardiaux apparaissent comme il a été dit plus haut.

Chez les batraciens le thymus dérive de l'épithélium de la portion dorsale de la seconde fente branchiale; la thyroïde se forme comme chez les poissons. On peut en outre observer ici également l'apparition de deux corps supra-péricardiaux homologues à ceux des sélaciens et qui deviendront chez l'adulte des thyroïdes accessoires.

Chez le lézard le thymus provient de bourgeons solides de l'épithélium des portions dorsales des seconde, troisième et quatrième fentes branchiales. La glande thyroïde apparaît également comme chez les poissons sur la face ventrale du pharynx, sur la ligne médiane et au niveau du second arc branchial. En arrière de la quatrième fente on remarque du côté gauche du pharynx un diverticule ventral qui se sépare et deviendra une glande thyroïde accessoire unilatérale. Cet organe est évidemment homologue des corps supra-péricardiaux des sélaciens.

Chez le poulet le thymus provient de bourgeons solides et dorsaux des troisième et quatrième fentes branchiales. La thyroïde a la même origine que chez le lézard et au niveau de la quatrième fente branchiale apparaissent deux thyroïdes accessoires de tous points comparables à la thyroïde accessoire du lézard.

Chez les mammifères enfin la plus grande partie du thymus provient d'un cæcum ventral de la troisième fente branchiale, mais on trouve encore au côté dorsal de cette fente et de la suivante des épaississements épithéliaux qui sont évidemment homologues des ébauches du thymus des autres vertébrés. De ces deux épaississements l'antérieur seul reste en relation avec la partie du thymus dérivant du cæcum ventral de la troisième fente. Il forme la portion supérieure du thymus; l'autre reste indépendant et se retrouve à la face dorsale du corps thyroïde. La glande thyroïde des mammifères adultes est, comme l'a montré Born, un organe composé. Sa portion moyenne est exactement homologue à la thyroïde du poulet et des sélaciens, tandis que les ébauches latérales qui apparaissent au niveau de la quatrième fente branchiale et du côté ventral doivent être envisagées comme des thyroïdes accessoires homologues à ces organes chez le poulet et aux corps supra-péricardiaux des sélaciens.

Il résulte des faits sus-exposés que le thymus des mammifères ne doit pas être envisagé comme strictement homologue de celui des autres vertébrés et que la glande thyroïde est un organe complexe résultant de la fusion de la thyroïde primitive et des thyroïdes accessoires.

Le lecteur trouvera de plus amples détails dans le mémoire accompagné de planches justificatives et de figures schématiques publié dans le tome III, fascicule 4 du *Recueil zoologique suisse.*

M. le prof. D. Colladon fait la communication suivante :

Le 8 juillet 1884, le fil télégraphique qui se rend de Genève à Cologny, Vandœuvres, etc., avait été frappé de la foudre au delà de Frontenex, et quatre poteaux successifs avaient eu des blessures allant jusqu'au sol, entre les cam-

pagnes de M. Ch. Mallet et de M. le colonel Ém. Gautier; un fort courant s'était prolongé jusqu'à 800 mètres plus loin, au bureau télégraphique de Cologny, où le papier du parafoudre avait été percé.

Le 4 juin 1886, les mêmes poteaux ont été foudroyés de nouveau, ainsi que le bureau télégraphique de Cologny, mais d'une manière beaucoup plus intense.

Le poteau le plus voisin de la maison de M. Ch. Mallet communique avec la ville de Genève par deux fils de fer de trois millimètres environ de diamètre, l'un d'eux est en communication avec un téléphone établi dans cette maison, par un fil de fer d'un millimètre et demi de diamètre, lequel aboutit à son avant-toit; un fil vertical d'un millimètre de diamètre descend jusqu'au rez-de-chaussée, où l'appareil du téléphone est établi.

Des 4 poteaux foudroyés, le plus maltraité est distant de 110 mètres environ de la maison Mallet. Le fil vertical appliqué contre la façade sud-est a été fondu en quelques points, le courant électrique paraît avoir contourné le toit par les chéneaux de fer-blanc, car sur chaque façade on a cru voir tomber de vives étincelles, lesquelles devaient être probablement des gouttes d'eau très fortement électrisées.

Dans le bureau télégraphique de Cologny, les désordres ont été beaucoup plus graves qu'en 1884; le papier du parafoudre a été percé d'une ouverture étoilée de 7 à 8 millimètres carrés de surface, des paillettes de cuivre sont déposées sur les bords du trou. Le petit bureau du télégraphe a été rempli par une lueur intense accompagnée d'une forte détonation, et quelques appareils avariés ont dû être remplacés.

Le fil télégraphique qui de Cologny se rend à Vandœuvres passe aux Hauts-Crêts et à Bessinge et traverse à Hauts-Crêts une petite cour où se trouvent une pompe et une fontaine d'eau d'Arve. Dans cette cour, distante de 1300 mètres des poteaux foudroyés, on a entendu une détonation et une vive lueur électrique a couru sur le sol.

La seule cause apparente qui ait pu attirer la foudre en 1884 et 1886 sur les quatre poteaux sus-dits, c'est que leur pied plonge dans un ruisseau qui, en temps de pluie, reçoit un volume d'eau assez notable.

En général, ainsi que je l'ai démontré par plusieurs exemples dans mon mémoire de 1872 [1], les nappes d'eau souterraines et les courants d'eau à la surface du sol ont une influence très notable pour attirer la foudre sur des arbres ou des poteaux télégraphiques.

[1] *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome XXI, 2me partie.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MAI 1886

Le 1er, forte bise depuis 7 h. du soir.
2, 3 et 4, très forte bise; elle est parfois très violente.
6, forte bise de 10 h. du matin à 7 h du soir.
7, forte bise de 10 h. du matin à 9 h. du soir.
13, éclairs et tonnerres au S. de 9 h. 35 m. à 10 h. 5 m.; forte pluie mêlée de quelques grêlons.
14, neige sur les montagnes environnantes; à 4 h. ½ du matin quelques flocons tombent jusque dans la plaine.
18, forte rosée le matin.
22, éclairs au NNO. depuis 9 h. 40 m. du soir.
23, tonnerres au NNO. à 6 h. 38 m., 6 h. 40 m. et 6 h. 45 m. du soir; éclairs successifs au NNE. depuis 7 h. 50 m. du soir.
24, éclairs au NE. à 10 h. du soir.
26, fort vent à 10 h. du matin.
27, fort vent depuis midi.
28, éclairs au NO. à 9 h. du soir et au NE. à 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 5 à 7 h. matin	734,68	Le 13 à 8 h. matin	712,09
16 à 11 h. soir	734,31	19 à 5 h. soir	728,06
21 à 8 h. matin	731,19	23 à 4 h. soir	726,92
25 à minuit................	731,06	27 à 5 h. soir..	719,58
28 à 8 h. matin	727,15	29 à 1 h. soir	724,24
30 à 10 h. soir	726,30	31 à 6 h. soir	724,53

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o					mm.				o	o	cm
1	724,95	0.00	723,23	726.68	+11,57	+ 0,51	+10,0	+14,4	852	+158	700	1000	0,0	...	N. 2	0,92	+ 9,2	— 0,9	142,5
2	727,19	+ 2,21	726,44	728,60	+10,09	— 1,12	+ 7,8	+13,0	644	— 51	500	840	...	...	N. 3	0,23	...	.....	145,0
3	729,70	+ 4,68	728,42	730,97	+ 7,43	— 3,92	+ 3,9	+10,5	456	—239	350	550	...	...	N. 3	0,00	9,2	— 1,1	148,5
4	731,26	+ 6,20	730,49	732,93	+ 7,79	— 3,70	+ 3,5	+11,5	471	—224	400	560	...	...	N. 3	0,00	9,0	— 1,4	149,0
5	733,53	+ 8,43	732,20	734,68	+ 8,93	— 2,71	+ 2,4	+15,5	556	—139	380	820	...	...	N. 1	0,00	9,6	— 1,0	143,5
6	730,66	+ 5,52	729,12	732,59	+ 9,80	— 1,98	+ 3,3	+15,3	501	—195	310	770	...	...	N. 2	0,00	9,5	— 1,2	143,5
7	728,53	+ 3,35	727,04	730,29	+10,20	— 1,73	+ 4,8	+14,7	462	—234	300	660	...	...	N. 2	0,00	10,2	— 0,6	145,0
8	727,82	+ 2,60	726,57	728,75	+11,70	— 0,37	+ 2,3	+17,0	469	—227	290	640	...	...	N. 1	0,18	10,4	— 0,5	141,0
9	726,57	+ 1,31	724,91	728,15	+12,25	+ 0,04	+ 4,7	+18,7	585	—112	290	780	...	...	N. 1	0,15	...	.....	142,0
10	724,43	— 0,88	723,47	725,48	+11,47	— 0,89	+ 8,4	+15,0	798	+101	730	890	6,1	13	SO. 1	1,00	10,4	— 0,7	141,0
11	723,24	— 2,11	722,34	724,45	+11,98	— 0,52	+10,2	+14,1	842	+145	780	930	4,1	7	S. 1	1,00	10,6	— 0,6	143,0
12	720,70	— 4,69	715,52	724,27	+16,14	+ 3,50	+10,0	+22,2	716	+ 18	490	930	...	...	SO. 1	0,78	10,7	— 0,6	143,0
13	713,38	—12,06	712,09	714,74	+12,21	— 0,57	+ 7,3	+16,4	895	+197	740	1000	19,6	12	variable	1,00	9,3	— 2,2	144,0
14	716,47	— 9,01	714,45	719,16	+ 6,79	— 6,13	+ 2,8	+11,2	906	+207	760	1000	26,3	9	variable	1,00	9,1	— 2,5	150,0
15	724,00	— 1,53	719,46	729,82	+ 8,47	— 4,60	+ 6,1	+13,1	739	+ 40	510	930	1,2	1	S. 1	0,97	9,0	— 2,7	148,0
16	732,50	+ 6,93	730,05	734,31	+10,11	— 3,10	+ 6,3	+14,1	595	—105	450	730	0,2	...	SO. 1	0,83	...	.....	147,0
17	732,04	+ 6,42	730,29	734,30	+13,26	— 0,09	+ 4,1	+20,9	571	—129	260	960	...	...	S. 1	0,25	9,2	— 2,7	146,0
18	730,14	+ 4,48	728,83	731,45	+15,69	+ 2,20	+ 8,8	+23,5	596	—104	390	730	...	...	variable	0,00	9,3	— 2,8	148,0
19	729,25	+ 3,54	728,06	730,20	+17,48	+ 3,86	+ 9,2	+24,7	625	— 76	380	880	...	...	SSO. 1	0,35	9,5	— 2,7	147,8
20	729,33	+ 3,58	728,49	730,90	+18,09	+ 4,33	+ 9,9	+25,5	585	—116	310	800	...	...	variable	0,72	9,9	— 2,4	149,0
21	730,17	+ 4,37	728,65	731,19	+19,22	+ 5,32	+11,2	+25,9	607	— 95	320	830	...	...	variable	0,52	11,3	— 1,1	149,0
22	729,86	+ 4,02	727,81	731,14	+20,82	+ 6,79	+13,2	+26,4	585	—117	420	770	...	...	variable	0,37	11,7	— 0,8	149,5
23	728,64	+ 2,75	726,92	729,78	+20,88	+ 6,71	+13,8	+28,0	529	—173	370	640	...	...	variable	0,52	...	.....	151,0
24	728,19	+ 2,26	727,31	730,00	+15,62	+ 1,32	+11,3	+19,3	635	— 68	450	790	0,1	...	SSO. 1	0,93	11,0	— 1,8	152,5
25	727,59	+ 1,61	725,32	731,06	+16,18	+ 1,74	+10,5	+21,5	528	—175	350	790	...	...	S. 1	0,42	11,3	— 1,6	153,0
26	723,71	— 2,31	721,66	725,89	+17,24	+ 2,67	+ 8,7	+24,0	604	— 99	290	860	...	...	SSO. 1	0,68	10,7	— 2,3	153,5
27	721,55	— 4,52	719,58	726,37	+16,55	+ 1,85	+10,1	+23,5	625	— 79	340	890	1,4	2	SSO. 2	0,92	10,7	— 2,4	155,0
28	726,21	+ 0,10	724,90	727,15	+13,13	— 1,70	+ 9,3	+19,5	702	— 2	570	830	0,0	...	N. 1	0,93	10,1	— 3,1	155,3
29	724,85	— 1,31	724,24	725,73	+14,41	— 0,55	+10,2	+20,0	845	+141	610	1000	9,7	9	N. 1	0,90	11,1	— 2,3	158,0
30	725,35	— 0,85	725,29	726,30	+14,16	— 0,93	+12,5	+18,0	945	+241	820	1000	10,8	10	N. 1	0,87	...	.....	159,0
31	725,67	— 0,58	724,53	726,29	+16,63	+ 1,42	+10,7	+22,3	741	+ 37	450	990	...	...	N. 1	0,48	12,7	— 0,9	161,0

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1886.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,58	728,55	728,98	728,91	728,28	727,79	728,01	728,61
2e »	725,04	724,94	725,08	725,14	725,10	724,78	725,07	725,70
3e »	727,20	726,82	727,17	726,89	726,21	725,36	725,81	726,74
Mois	726,95	726,77	727,08	726,98	726,52	725,95	726,28	727,01
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 7,50	+ 5,82	+ 8,18	+10,92	+13,15	+13,55	+12,07	+ 9,79
2e »	+10,05	+ 8,59	+10,90	+13,59	+16,10	+17,72	+14,99	+12,24
3e »	+13,62	+11,99	+15,15	+18,38	+20,45	+20,86	+18,74	+15,23
Mois	+10,50	+ 8,90	+11,53	+14,43	+16,69	+17,49	+15,38	+12,51
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	682	729	658	551	464	457	510	585
2e »	837	869	801	704	599	509	621	718
3e »	787	827	763	576	515	511	612	752
Mois	769	809	741	610	526	493	582	687

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 5,11	+ 14,56	+ 9,69	0,25	6,1	144,10
2e »	+ 7,47	+ 18,57	+ 9,62	0,69	51,4	146,58
3e »	+11,05	+ 22,58	+ 11,18	0,66	22,0	154,25
Mois	+ 7,98	+ 18,70	+ 10,18	0,54	79,5	148,50

Dans ce mois l'air a été calme 1,08 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,86 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 14°,2 O. et son intensité est égale à 38,4 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1886.

Le 1er, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; forte bise à 10 h. du matin et à 10 h. du soir.
2, brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir; forte bise à 7 h. du matin, 1 h. et 10 h. du soir.
3, forte bise depuis 1 h. du soir.
4, forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.
5, forte bise depuis 10 h. du soir.
6, forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
7, forte bise à 4 h. du soir.
10, neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir; elle fondait en tombant.
11, neige à 4 h. du soir; elle fondait en tombant.
12, brouillard depuis 7 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du soir.
13, fort vent tout le jour; très forte pluie intermittente, mêlée de neige, pendant la nuit et le jour; brouillard.
14, neige jusqu'à 10 h. du matin, puis brouillard; fort vent jusqu'à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.
15, neige à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; brouillard à 4 h. du soir.
16, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
18, brouillard depuis 10 h. du soir.
19, fort vent depuis 4 h. du soir.
20, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
21, fort vent à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
24, éclairs et tonnerres à 4 h. 10 m. du soir; grêle entre 4 h. 10 m. et 4. h. 15 m. du soir.
26, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
27, fort vent tout le jour; brouillard jusqu'à 7 h. du soir.
28, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir; fort vent jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
29, pluie et neige dans la nuit et à différents intervalles dans la journée; brouillard et fort vent tout le jour.
30, brouillard dans la journée; fort vent à 4 h. et depuis 10 h. du soir.
31, brouillard tout le jour; fort vent jusqu'à 1 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 5 à 10 h. soir	568,06	Le 7 à 7 h. matin	563,84
9 à 10 h. matin	566,47	14 à 9 h. matin	552,12
21 à 11 h. soir	572,76	24 à 5 h. matin	565,33
25 à minuit	566,72	27 à 5 h. soir	563,50
28 à 11 h. soir	566,02	30 à 4 h. matin	564,45

SAINT-BERNARD. — MAI 1886.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	562,16	— 0,56	561.08	563.03	— 0,04	+ 1,39	— 2,2	+ 5,0	.....	7,0	....	NE. 1	0,93
2	562,56	— 0,26	562.20	563.03	— 2,69	— 1,41	— 6,1	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 2	0,77
3	562,96	+ 0.04	562.15	563.93	— 4,96	— 3,82	— 9,6	+ 1,5	.....	.....	....	NE. 2	0,17
4	564,43	+ 1,41	563.05	566.78	— 4,33	— 3,33	—10,1	+ 2,3	.....	.....	....	NE. 1	0,07
5	567,58	+ 4,47	566.78	568.06	— 2,26	— 1,40	— 7,3	+ 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,03
6	565,66	+ 2,46	564.92	567.98	— 3,64	— 2,92	— 6,5	+ 0,5	.....	.....	....	NE. 2	0,18
7	564,37	+ 1,07	563.84	565.33	— 2,39	— 1,81	— 8,0	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
8	565,15	+ 1,75	564.30	566.20	— 0,51	— 0,07	— 6,8	+ 4,3	.....	.....	....	NE. 1	0,10
9	565,99	+ 2,49	565.72	566.47	+ 2,87	+ 3,17	— 2,5	+ 8,8	.....	.....	....	variable	0,03
10	563,69	+ 0.09	562.23	565.70	+ 0.69	+ 0,85	— 1,2	+ 5,0	.....	8,4	....	SO. 1	0,90
11	561,65	— 2.04	561.05	562.53	+ 3.04	+ 3.06	— 1,6	+10,4	.....	2,8	....	NE. 1	0,82
12	561,98	— 1,81	560.20	562.55	+ 2.61	+ 2,49	— 2,2	+ 7,6	.....	.....	....	SO. 1	0,58
13	557,04	— 6,85	554.98	559.70	— 0,36	— 0,62	— 1,5	+ 2,7	150	60,4	....	SO. 2	1,00
14	554,06	— 9,93	552.12	556.35	— 2,49	— 2,89	— 5,8	+ 1,2	80	4.0	....	SO. 2	0,90
15	559,48	— 4,61	556.13	563.10	— 3,21	— 3,74	— 7,3	+ 4,5	150	6,0	....	NE. 1	0,80
16	565,61	+ 1,43	563.10	568.13	— 4,46	— 5,12	— 7,6	+ 1,2	.....	.....	....	NE. 1	0,93
17	569,51	+ 5,23	568.15	570.52	+ 2,69	+ 1,89	— 6,5	+ 8.6	.....	.....	....	SO. 1	0,23
18	570,61	+ 6,23	570.00	571.10	+ 2,64	+ 1,71	+ 0,5	+ 7,7	.....	.....	....	SO. 1	0,70
19	571,06	+ 6,58	570.65	571.65	+ 3,31	+ 2,25	— 0.5	+ 6.6	.....	.....	....	SO. 2	0,33
20	571,40	+ 6,83	570.97	571.98	+ 4.39	+ 3.20	+ 0.8	+ 8.5	.....	.....	....	SO. 1	0,28
21	572,12	+ 7,46	571.85	572.76	+ 7.16	+ 5.84	+ 1.5	+11.8	.....	.....	....	SO. 1	0,25
22	572,23	+ 7,47	571.50	572.70	+ 6,04	+ 4,59	+ 3,8	+ 9,6	.....	.....	....	SO. 1	0.17
23	570,83	+ 5,97	569.30	572.47	+ 6,39	+ 4,81	+ 4,0	+10.7	.....	.....	....	SO. 1	0,32
24	567.13	+ 2.18	565.33	569.28	+ 2,32	+ 0,61	— 1,2	+ 6,0	.....	3,5	....	variable	0,75
25	566,18	+ 1,14	565.90	566.72	+ 3 59	+ 1,76	— 3,5	+ 8,5	.....	.....	....	SO. 1	0.08
26	565,52	+ 0,39	564.98	566.40	+ 2,97	+ 1,02	+ 1,0	+ 6,6	.....	3,3	....	SO. 1	0,92
27	564,04	— 1,19	563.50	565.10	+ 0,97	— 1,10	+ 0,6	+ 2,6	.....	7,6	....	SO. 2	1,00
28	565,42	+ 0,10	564.87	566.02	+ 1,59	— 0,60	0,0	+ 5,2	.....	.....	....	SO. 1	0,98
29	565,29	— 0,12	565.12	565.95	+ 0,92	— 1,39	+ 0,5	+ 2,6	.....	17,5	....	SO. 2	1,00
30	565,50	0,00	564.45	566.80	+ 2,27	— 0,16	+ 0,5	+ 4,0	.....	18,4	....	SO. 1	1,00
31	567.26	+ 1,67	566.23	568.23	+ 1,62	— 0,93	+ 1,0	+ 3,6	.....	.....	....	SO. 2	0,98

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1886.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	564,60	564,08	564,12	564,41	564,41	564,49	564,65	564,88
2e » ...	563,78	563,41	563,58	564,02	564,41	564,62	564,97	565,13
3e » ...	567,82	567,28	567,37	567,43	567,41	567,11	567,26	567,59
Mois	565,48	565,00	565,10	565,36	565,47	565,46	565,68	565,92

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 3,43	+ 0,05	+ 1,40	+ 1,48	— 2,29	— 3,61
2e » ...	— 0,64	+ 3,38	+ 3,89	+ 2,69	+ 0,12	— 0,59
3e » ...	+ 2,22	+ 4,27	+ 5,56	+ 5,11	+ 3,61	+ 2,75
Mois	— 0,53	+ 2,62	+ 3,68	+ 3,16	+ 0,58	— 0,38

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 6,03	+ 3,46	0,32	15,4	—
2e » ...	— 3,17	+ 5,90	0,66	73,2	380
3e » ...	+ 0,75	+ 6,47	0,68	50,3	—
Mois	— 2,70	+ 5,32	0,55	138,9	380

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

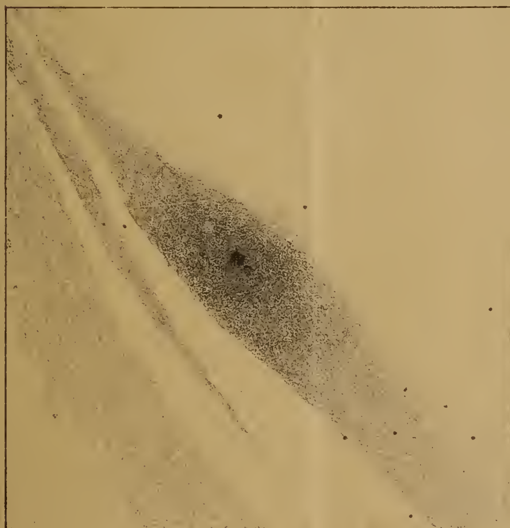
Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,62 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 30,1 sur 100.

Fig. 1



Fig. 2





BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME QUINZIÈME (3me PÉRIODE)

1885. — Nos 1 à 6.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

Compte rendu des séauces de la Société de chimie de Genève.

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève, au Grand Saint-Bernard et à Martigny.

